Untersuchungen

über

die Entwickelung des Auges,

angestellt am Hühnchen und Triton.

Eine mit Genehmigung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl. Universität Dorpat

zur Erlangung des Grades

eines

Doctors der Medicin

für die öffentliche Vertheidigung bestimmte

Abhandlung

von

Leonhard Kessler.

(Mit einer lith. Tafel.)

Ordentliche Opponenten:

Prosector Dr. **E. Rosenberg.** — Prof. Dr. **G. v. Oettingen.** — Prof. Dr. **Reissner.**

Dorpat.

Druck von Heinrich Laakmann.

1871.

Gedruckt mit Genehmigung der Medicinischen Facultät.
Dorpat, den 8. Mai 1871. (Nr. 108.) Decan *Böttcher.*

Die im Nachstehenden mitzutheilenden Vorarbeiten für eine vergleichend-anatomische Behandlung der Entwickelung des Auges bilden einen Theil der Untersuchungen, die ich bereits vor 2 Jahren in dieser Beziehung anzustellen Gelegenheit hatte. Leider habe ich seitdem, durch anderweitige Beschäftigungen in Anspruch genommen, ihnen nur wenig Neues hinzufügen können und sind mancherlei Lücken und Unvollkommenheiten derselben mir selbst sehr wohl bekannt. Wenn ich den vorliegenden Theil trotzdem bei gegenwärtiger Veranlassung der Oeffentlichkeit zu übergeben wage, so kann ich für jene Mängel nur die Nachsicht des Lesers in Anspruch nehmen, mich selbst aber mit der Hoffnung trösten, noch in diesem Frühjahr die leider so lang unterbrochene Arbeit wieder aufnehmen und im Laufe des Sommers vielleicht Manches zur Lösung verschiedener bisher unerledigt gebliebener Fragen beitragen, so wie auch den jetzt nicht zur Veröffentlichung kommenden Theil der Beobachtungen für die Publication zu einem besseren Abschluss bringen zu können, als es mit dem vorliegenden möglich war.

Die Stellung meines Thema's verdanke ich Herrn Prof. Reissner. Der einen jeden Abschnitt einleitende geschichtliche Ueberblick, in welchem ich Alles, was bisher über die Entwickelung des betreffenden Theils in der Litteratur bekannt geworden ist, möglichst vollständig aufzunehmen mich bemüht habe, wird zeigen, dass die Wahl des Thema's eine glückliche gewesen ist, indem es mir eine wesentliche Lücke in unseren entwickelungsgeschichtlichen Kenntnissen nachwies, durch deren Ausfüllung einem wirklichen Bedürfniss entsprochen werden würde. Herrn Prof. Reissner sage ich zugleich hiermit auch öffentlich meinen Dank für seine stete Bereitwilligkeit, sowohl mit seinem erfahrenen Rath und Urtheil, als auch durch verschiedenartige wesentliche Unterstützung aus den Mitteln seines Cabinets das Gedeihen meiner Arbeit zu fördern.

In Bezug auf die Anordnung des Stoffes habe ich Folgendes zu bemerken: Für die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Theile des Auges vorgeführt werden, habe ich die chronologische Aufeinanderfolge ihres Entwickelungsanfanges zum leitenden Gesichtspunkte gemacht.

Von den zur Untersuchung gekommenen Objecten habe ich in dem der Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen gewidmeten Theil eines jeden Capitels stets das Hühnchen vorangestellt, — einerseits weil die an diesem Lieblingsobject embryologi-

scher Forschung angestellten zahlreichen Untersuchungen weit mehr Gelegenheit geben, an Bekanntes anzuknüpfen und von diesem ausgehend die neu entdeckten Thatsachen dadurch mehr vermittelt dem Leser vorzuführen, andrerseits weil gewisse Entwickelungsvorgänge beim Hühnchen klarer und anschaulicher hervortreten als bei Triton, und durch die Kenntniss derselben das Verständniss der entsprechenden Vorgänge bei letzterem wesentlich erleichtert wird.

Was die Untersuchungsmethode anlangt, so habe ich, so weit es zur Orientirung einerseits nöthig, andererseits möglich war, die lebenden Embryonen (Hühnchen nach Eröffnung des Eies in situ, oder nach Herausnahme aus demselben in Jodserum) mit der Lupe betrachtet. Behufs Anfertigung mikroskopischer Schnitte härtete ich die Hühnchen, Tritonenlarven und sämmtliches erwachsenen Thieren entnommene Material in Chromsäurelösung, Tritonen-Embryonen dagegen, nachdem sie durch einen Scheerenschlag aus den Eihüllen befreit waren, in 1% Goldchloridlösung. Die zu schneidenden Objecte wurden in erhärtete Hirnstücke eingeschlossen; dass dies bei kleineren Objecten, bei denen es vor allem darauf ankommt, von vorn herein der Schnittrichtung ganz sicher zu sein, unter einer guten Lupe vorgenommen wurde, braucht kaum erwähnt zu werden. Die mit dem Rasirmesser unter Alkohol angefertigten Schnitte wurden, nach sofortiger Klärung in Creosot, in Canadabalsam eingeschlossen.

In Bezug auf die Topographie: vorn und hinten, lateral und medial ist die consequente Durchführung der einen oder anderen Bezeichnung nicht wohl möglich: die aus der Anatomie des erwachsenen menschlichen Auges geläufige passt auf die meisten erwachsenen Thiere nur annähernd, da die Sehaxe des Menschen annähernd parallel der Medianebene, die der meisten Thiere mehr weniger senkrecht auf dieselbe gestellt, im embryonalen Zustand aber auch beim Menschen die Anlage des Sehorgans so gelagert ist, dass der später vordere Pol anfangs ein rein lateraler, der später hintere ein rein medialer ist. So wenig entsprechend daher bei der primären Augenblase die Bezeichnung: vorderer Pol für den dem Hornblatt anliegenden, und hinterer Pol für den dem Hirnrohr zugewandten Theil derselben wäre, so störend würde in späteren Stadien der fortgesetzte Gebrauch von „lateraler und medialer Pol“ sein; denn auch bei Thieren sind uns die termini: vordere und hintere Iris- oder Corneafläche, vordere und hintere Linsenwand u. s. w. bei weitem geläufiger. — Ich habe mich diesen Verhältnissen zu accommodiren gesucht und in den frühesten Stadien die Ausdrücke: lateral und medial, in den späteren: vordere und hintere in dem soeben besprochenen Sinn gebraucht, — wo ich aber irgend Missverständnisse befürchten zu müssen glaubte, die eine oder andere Bezeichnung in Klammern daneben gesetzt.

Cap. I.

Erste Anlage des Sehorgans.

C. E. von Baer hat bekanntlich zuerst am Hühnchen nachgewiesen, dass die erste Anlage des Auges durch symmetrische seitliche hohle Ausstülpung des Vorderhirns gebildet wird [1]). Remak bestätigte nicht nur diesen Entwickelungsmodus für das Hühnchen, sondern konnte auch, auf Grundlage zahlreicher, sowohl von anderen Forschern nach v. Baer, als namentlich auch von ihm selbst angestellter Beobachtungen, denselben als für alle Wirbelthierclassen geltendes Gesetz aufstellen [2]).

Beim Hühnchen tritt diese seitliche Ausbauchung des Vorderhirns zu Anfang des zweiten Brüttages ein. Die Veränderungen, welche die Grösse, Lage und Gestalt dieser „primitiven Augenblasen" erfahren, können nicht besser geschildert werden, als dies von Remak (l. c. p. 17 ff.) geschehen ist. Seine Darstellung wird durch die mikroskopische Untersuchung an Querschnitten in jeder Beziehung nur bestätigt und braucht hier also nicht wiederholt zu werden.

Mit dem dritten Tag beginnt die Bildung der Linse, in Folge dessen die Umformung der primitiven Augenblase zur secundären, die Bildung der Augenblasenspalte und des Glaskörpers; es wird dadurch dieser Tag für die bleibende Gestaltung des Auges von derselben fundamentalen Wichtigkeit, wie der zweite es für die erste Anlage gewesen war. In welcher Weise diese Veränderung zu Stande kommt, können wir erst dann weiter verfolgen, wenn wir die Linsenbildung, welche zu allen diesen Prozessen den Anstoss giebt, betrachtet haben werden; zuvor aber werfen wir einen Blick auf die erste Anlage des Sehorgans bei Triton.

Eingehende Untersuchungen über die ersten Entwickelungsstadien der Tritonen sind zuerst (und zugleich zuletzt) von Rusconi [3]) veröffentlicht worden. Uns interessiren aus dieser Arbeit

---

1) Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. Königsberg, 1828. p. 24 ff.

2) Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin, 1855. pag. 148 und 184. Weitere historische Notizen sowohl in Bezug auf die erste Anlage des Auges als auch in Bezug auf die Entwickelung der einzelnen Theile desselben finden sich in: H. Schöler's: De oculi evolutione in embryonibus gallinac. Dorpati Livon. 1848; — Ferner in: Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere von A. Kölliker. Leipzig, 1861. pag. 274 ff.

3) Erwiederung auf einige kritische Bemerkungen des Herrn von Baer über Rusconi's „Entwickelungsgeschichte des Froscheies", im Archiv für Anat., Physiol. etc. von. J. Müller. Jahrgang 1836.

nur einige Zeichnungen, auf welchen die erste Anlage des Auges abgebildet ist, nämlich Tafel VIII. 16. 23—25; in der Deutung derselben ist Rusconi, wie schon Remak bemerkt[1]) nicht glücklich gewesen, indem er, der sonst so ausserordentlich gewandte und scharfe Beobachter, sie als „lobus olfactorius“ bezeichnet[2]). Dass in jenen Ausstülpungen des Medullarrohres aber in der That die Augenblasen vorliegen, und dass ihre Bildung ganz nach dem von Remak für alle Wirbelthiere geltend gemachten, in seinen „Untersuchungen“ u. s. w. speciell für das Hühnchen und den Frosch (l. c. p. 148) ausführlich dargelegten Typus vor sich geht, davon überzeugt man sich durch Vergleichung von Frontalschnitten durch den Kopftheil des Medullarrohrs mit solchen durch den Rückenmarkstheil desselben Embryo einerseits, durch Vergleichung von Frontalschnitten durch den Kopftheil (resp. diese ausgebauchte Stelle) des Medullarrohrs verschiedener auf einander folgender etwas älterer Stadien andererseits. Auch die der Entstehung bald folgenden Veränderungen: die partielle Abschnürung der hervorgewölbten Blasen, wobei sie sich dorsalwärts erheben, um sich der Aussenfläche des Vorderhirns anzulagern, erfolgen ganz in der von Remak für den Frosch beschriebenen Weise. Nur auf ein Verhältniss (oder Missverhältniss) erlaube ich mir, hier besonders aufmerksam zu machen, nämlich dasjenige zwischen der Dicke der Wand und der Kleinheit des Lumens der Augenblase. Während nämlich beim Hühnchen die Hirn- und somit auch die Augenblasenwand relativ dünn, das Lumen relativ sehr gross ist, findet bei Triton das umgekehrte statt. Es scheint mir dies von Interesse zu sein in Bezug auf die von Prof. C. Kupffer in Kiel mitgetheilten „Beobachtungen über die Entwickelung der Knochenfische“ (in Max Schultze's Archiv Band IV. pag. 209 ff.), denen zu Folge bei diesen Fischen die Anlage des Sehorgans als solide Wucherung des noch soliden Medullarstranges entstehen und die Höhle sich erst nachträglich bilden soll. Diese Angaben stehen im Widerspruch mit denen der übrigen Autoren über die Bildung der Augenblasen bei Fischen — ich nenne namentlich von Baer (l. c. II. p. 311), C. Vogt, Remak; von neueren: Schenk (Wiener Sitzungsberichte 1867, Bd. LX. 2. pag. 480 ff.) und Kowalewski, Owsjannikow und Wagner („die Entwickelungsgeschichte der Störe“ — im Bulletin de l'Academie Impériale des sciences de St. Pétersbourg. Tome XIV. pag. 317 ff. 1869), welche sämmtlich für die Entstehung der Augenblasen als hohle Ausstülpung des Medullarrohrs auch bei den Fischen eintreten. Da Abweichungen von einem sonst so allgemein gültigen Entwickelungsgesetz nicht a priori die Wahrscheinlichkeit für sich haben, andererseits aus den betreffenden Kupffer'schen Zeichnungen hervorgeht (namentlich aus Tafel XVII, Fig. 11, 13, 14; XVIII, 26 u. 28), dass bei den Fischen das Lumen der primitiven Augenblase wo möglich relativ noch geringer, die Wand dagegen noch dicker ist, als bei Tritonen, — Kupffer aber seine Untersuchungen nur durch Betrachtung der intacten lebenden Embryonen unter dem Mikroskop anstellte, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, ob nicht vielleicht durch diese Untersuchungsmethode in Verbindung mit den besprochenen Verhältnissen der Augenblase — trotz der grossen Durchsichtigkeit der Fisch-

1) Remak. Ueber die Entwickelung der Batrachier. Berlin, 1855, pag. 148.

2) Rusconi's „Développement de la grenouille“ ist mir nicht zugänglich gewesen; nach Remak (l. c.) findet sich dort in Bezug auf den Frosch dieselbe Missdeutung.

embryonen dennoch ein Uebersehen einer von vornherein vorhandenen Höhle der Augenblase und einer Communication mit dem Hirnlumen ermöglicht worden ist. Eine vollkommen sichere Entscheidung dieser Frage dürfte doch wol nur durch Querschnitte zu gewinnen sein.

Die Dicke der Augenblasenwand des Triton ist anfangs eine ganz gleichmässige; dies währt jedoch nicht lange; denn mit der beginnenden Abschnürung vom Hirnrohr fängt auch sofort die Verdünnung des dem Hirn nächstliegenden Theils derselben an (cf. auch Schenk. l. c. fig. 1.). Ohne eine solche Verdünnung würden die folgenden Lage- und Gestalt-Veränderungen der primären Augenblase (die oben schon erwähnt wurden) ebenso wenig möglich sein, wie ihre Einstülpung durch die sich bildende Linse. Kaum leitet sich aber durch letztere die Umformung zur secundären Augenblase ein, so reducirt sich auch schon die spätere Pigmentlamelle auf eine einzige Schicht spindelförmiger Zellen, welche, mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Längsaxe der Zellen der inneren Lamelle liegend, nur mit ihren lang ausgezogenen Spitzen sich berühren. Die spätere innere Lamelle (der laterale (vordere) Pol der primären Augenblase) nimmt eben so rasch an Dicke zu, wie die äussere abnimmt. — Ganz ebenso beim Frosch [1]), und — nur etwas weniger ausgesprochen — bei der Forelle [2]).

Cap. II.

Entwickelung der Linse.

Früher liess man die Linse (und ebenso auch den Glaskörper) durch Gerinnung des flüssigen Inhalts der primären Augenblase entstehen; Huschke [3]) entdeckte zuerst, dass behufs Linsenbildung die „äussere Haut“ sich gegen die Augenblase hin einstülpe und zu einer Blase abschnüre, liess aber aus der Wand dieser Blase nur die Linsenkapsel entstehen. C. Vogt [4]) beschrieb nicht nur die Einstülpung und Abschnürung genauer, sondern constatirte auch die Entwickelung der Linsensubstanz selbst aus der Wand dieser eingestülpten Blase — jedoch in ziemlich unbestimmten Ausdrücken [5]). — Nachdem darauf H. Meyer in Zürich [6]) an Schnitten von Linsen neugeborner Säuger durch richtige Deutung der von ihm entdeckten „Kernzone“ erkannt hatte, dass „jede Linsenfaser aus nur einer einzigen Zelle entsteht und

1) Wiener Sitzungsberichte, Mathem. naturwiss. Classe. 1866. LIV. 1. „Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges der Batrachier. Von Adolf Barkau. Fig. 1. 2. 4.

2) Schenk, l. c. Tab. I, fig. 1 — 3.

3) In Meckel's Archiv, 1832, pag. 17 ff.

4) Embryologie des Salmones. Neuchatel, 1842.

5) l. c. pag. 77. D'abord composé seulement d'une mince couche de cellules en pavé, il (le cristallin) se consolide très-vite et apparaît alors sous la forme d'une boule solide composée de grandes cellules épidermoidales transparentes.

6) „Beitrag zur Streitfrage über die Entwickelung der Linsenfasern“. Müller's Archiv. 1851. p. 202 ff.

nicht aus einer Aneinanderreihung von Zellen", gab endlich Remak [1]) ein vollständiges Linsenbildungsgesetz, welches im wesentlichen für alle Wirbelthiere gilt, und von welchem ich seiner Wichtigkeit wegen hier ein wörtliches Excerpt gebe:

„Das Hornblatt verdickt sich an der Stelle, wo es die äussere Fläche der Augenblasen überzieht, zu einer Scheibe. Aus dem Centrum derselben wächst eine sackförmige Einstülpung hervor, die sich alsbald zu einer dickwandigen Hohlkugel abschnürt.

Aus den cylindrischen Wandzellen der blasigen Anlage der Linse entstehen durch Verlängerung die Linsenfasern. — Sämmtliche Linsenfasern verlaufen ohne Unterbrechung von der hinteren Wand der Linsenkapsel zur vorderen, beinahe parallel der Sehaxe; daher sind die Fasern um so kürzer, je weiter sie sich von der Sehaxe entfernen. In einiger Entfernung vom vorderen Ende enthält jede Faser einen Kern. Da die Kerne nicht in gleicher Höhe liegen, so entsteht eine der Oberfläche parallel laufende Kernzone (Meyer's Kernzone). Das hintere Ende einer jeden Faser berührt die Linsenkapsel unmittelbar, das vordere dagegen ist von derselben getrennt durch ein ihr anhaftendes, aus kernhaltigen Zellen bestehendes Epithel. Hieraus ergiebt sich: dass die Zellen der hinteren Wand der Linsenblase die Linsenfasern, die der vorderen dagegen das Epithel bilden, welches im erwachsenen Zustande nur die Innenfläche der vorderen Wand der Linsenkapsel bekleidet."

Diesen Modus der Linsenentwickelung veranschaulicht Babuchin durch die seine „Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges" [2]) beigegebenen Abbildungen von Linsen zweier Hühnerembryonen (eines ca. 3tägigen und eines ungefähr 6tägigen), wobei er von Remak nur insofern Notiz nimmt, als er gegen ihn den Einwurf macht, dass bei ihm „alle Linsenblasen mit gleich dicken Wänden" abgebildet sind. Dieses Factum involvirt aber nur für die Remak'sche Figur 60 (Taf. V.) einen Fehler [3]).

Die im Obigen ihren Hauptzügen nach in aller Kürze wiedergegebene, sowohl auf sorgfältige Verfolgung des Vorgangs beim Hühnchen als auch auf zahlreiche vergleichend-embryologische Untersuchungen gegründete Darstellung Remak's hat nicht nur alle Hauptfragen über die Entwickelung der Linse zu einem befriedigenden Abschluss gebracht, sondern auch ein vollständiges Verständniss der Anatomie der erwachsenen Linse ermöglicht.

Die folgende Darlegung meiner eigenen Beobachtungen wird dies bestätigen.

---

1) l. c. pag. 90. 91; cf. auch pag. 34; pag. 71 und 184; in diesen Stellen ist auch alles nothwendige Detail klar und hinreichend ausführlich gegeben.

2) Würzburger Naturwissenschaftliche Zeitschrift 1863. IV. Band, pag. 85. 86.

3) Dieser Zeichnungsfehler ist auch in Kölliker's „Entwickelungsgeschichte ff." übergegangen (pag. 275 fig. 3). Als fehlerhaft muss jedenfalls auch bezeichnet werden die Darstellung des Auges in der flg. III. auf Taf. IX der „Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes von W. Hiss. Leipzig 1868." Die auffallende Verdickung der hinteren Wand bei noch weit offener Linsengrube, sowie die starke Concavität der dem Glaskörperraum zugewendeten Fläche widersprechen allen bisherigen Beobachtungen; ebenso die Grösse des Glaskörperraumes im Verhältniss zu der der Linse, so wie der weiie Abstand der Umbiegungsstellen der Lamellen der Augenblase von der Linse — welche beide letzteren Momente wahrlich nicht geeignet sind, den Verdacht eines Causalzusammenhanges zwischen Linsenbildung und Einstülpung der Augenblase zu erwecken.

1. Hühnchen.

Es hält nicht schwer, sich durch eigene Anschauung davon zu überzeugen, dass die erste Anlage und Bildung der Linse des Hühnchens genau dem von Remak aufgestellten Typus folgt. In der That ist dem auch in neuerer Zeit von keiner Seite widersprochen worden; ich kann also sofort zur Mittheilung einigen Details über das Wachsthum der Linse in spätereren Stadien, so wie einiger Zeitangaben, die unter Umständen doch interessiren, übergehen; wobei der Vollständigkeit halber zum Theil Bekanntes mit aufgenommen werden muss. — Am Ende des 4. Brüttages erreichen die faserförmig ausgewachsenen Zellen der hinteren Wand die vordere; die einander berührenden Flächen der vorderen und hinteren Wand haben annähernd die Gestalt der Oberfläche einer Halbkugel, deren Pol ziemlich stark abgeplattet ist, deren Aequator hinter der Aequatorialebene der Linse liegt; in letzterer Gegend schwindet der Hohlraum der Linsenblase am allerspätesten; an Chromsäurepräparaten gewinnt man hier sehr leicht das Bild eines Canals (cf. Fig. 3), der wohl nur als durch nicht ganz gelungene Härtung hervorgerufenes Kunstproduct und Folge von Schrumpfung der Linsenfasern anzusehen ist.

Die vordere Wand ist um diese Zeit noch relativ mächtig und besteht, ebenso wie die hintere, aus mehreren (2 — 3) Zellenschichten [1]).

Die Zellen der vorderen Wand platten sich nun ab und drängen sich zugleich so zwischen einander, dass etwa zwischen dem 8. — 10. Tag das sogenannte vordere Epithel — richtiger: die vordere Linsenwand — in Gestalt eines einschichtigen Pflasterepithels ganz ebenso wie im Erwachsenen der Innenfläche der vorderen (lateralen) Hälfte der Linsenkapsel anhaftet.

Die Zellen der hinteren Wand fahren in ihrem Längenwachsthum fort, schieben sich unter zunehmender Verschmälerung gleichfalls immer mehr zwischen einander hinein, wobei die Kerne, welche früher allerdings auch schon vorwiegend in der Gegend der Meyer'schen Kernzone, aber auch in ziemlicher Anzahl vor und hinter derselben anzutreffen waren, immer mehr in diese Region hineinrücken, bis endlich — etwa um den 10. — 12. Tag — der Typus der erwachsenen Linse erreicht zu sein scheint; — ich sage: „scheint" — denn es ist (bei der jetzt schon grossen Feinheit und Länge der Fasern) sehr schwer, eine einzelne in ihrem ganzen Verlauf zu verfolgen. Kern und Kernkörperchen sind auch im Erwachsenen noch sichtbar, aber nur in der Meyer'schen Kernzone anzutreffen.

Der Uebergang der Linsenfasern ins sogenannte Epithel ist ein ganz allmähliger, indem die Linsenfasern (nach dem Linsenrand hin) immer kürzer werden. Vom 6. — 9. Tag ist die Linse planconvex, die vordere Wand hat durchweg fast die gleiche Dicke. Dies Verhältniss ändert sich vom 10. Tag an, indem die Zellen des am meisten nach hinten (medianwärts)

---

1) So giebt's auch von Becker („Untersuchungen über den Bau der Linse bei Menschen und den Wirbelthieren" — in Gräfe's Archiv, Bd. IX, 1863, Abth. II, pag. 6) von der Linse eines 7½" langen Rindsembryo an. Wenn v. Becker an derselben Stelle sagt: „Bei einen 36 St. alten Hühnerembryo, den ich in dieser Hinsicht untersuchte, gelang es mir noch nicht, Epithelzellen zu unterscheiden" — so liegt hier entweder ein Druckfehler oder ein Anachronismus vor, da bekanntlich (Remak l. c. p. 34) die Linsenbildung überhaupt erst nach der 48. Stunde ihren Anfang nimmt.

gelegenen Theils der vorderen Wand anfangen, in die Länge, zu kurzen Fasern, auszuwachsen. Dadurch entwickeln sich zwischen dem dünn bleibenden vordersten Theil der vorderen Wand (dem späteren sogenannten Epithel der erwachsenen Linse) und der hinteren Wand der bekannte, unter dem Linsenäquator liegende geschlossene Ring senkrecht zur Sehaxe stehender Linsenfasern, welcher die ganze Masse der parallel der Sehaxe verlaufenden Fasern umgürtet. Damit hängt nun aber nicht, wie man a priori erwarten sollte, eine gesteigerte Abflachung der Linse zusammen, vielmehr fängt grade jetzt die Linse an, sich mehr der kugelförmigen Gestalt zu nähern, was wol darauf hinweist, dass auch die von der hinteren Wand aus gebildeten Fasern in ihrem Längenwachsthum — und zwar jetzt rascher als bisher — fortschreiten; dadurch wird, indem die vordere Wand schon ins Stadium einer gewissen Stabilität gelangt zu sein scheint, hauptsächlich die hintere Wand ausgedehnt und zwar sowohl nach hinten als auch nach dem Aequator hin; in Folge dessen rückt der Ring senkrecht stehender Fasern weiter nach vorn, so dass zu einer gewissen Zeit sein hinterer Rand (die Uebergangsstelle in die eigentlichen Linsenfasern) ziemlich genau im Aequator liegt; jedoch nur vorübergehend; denn im erwachsenen Huhn findet man die grösste Länge der senkrecht stehenden Fasern ziemlich genau in der Aequatorialebene, diese letzteren mithin ziemlich zu gleichen Theilen auf die vordere und hintere Hälfte der Linse vertheilt.

In Bezug auf die Linsenkapsel lässt Remak es unentschieden, ob dieselbe dem Hornblatt oder den Kopfplatten ihre Entstehung verdankt; Kölliker entscheidet sich für ersteres. Blutgefässe finden sich bekanntlich an der embryonalen Linse des Vogels ebenso wenig wie an der erwachsenen.

2. Triton.

Die Linse bildet sich beim Triton ganz ebenso wie es Remak (l. c. p. 150) klar und ausführlich für den Frosch beschreibt (nach Barkau l. c. p. 70: „andeutet"): nur aus der tieferen Zellenschicht des Hornblattes. Diese Schicht zeigt anfangs eine scheibenförmige solide Verdickung, welche gegen die Augenblase hin vorspringt, und die Einstülpung derselben einleitet; die solide Wucherung geht jedoch sehr bald (durch Um- und Nebeneinanderlagerung der angehäuften Zellen) in die bekannte sackförmige Ausbauchung über, wie sie beim Hühnchen bereits besprochen ist. (cf. auch Schenk l. c. fig. 2).

Von der weiteren Entwickelung der Linse des Triton wird man sich leicht eine richtige Vorstellung machen, wenn man zu den betreffenden Abbildungen auf der beigegebenen Tafel die Notiz hinzunimmt, dass die Linse des erwachsenen Triton vollkommen kugelförmig ist, dass etwa $^2/_3$ der inneren Oberfläche der ziemlich dicken Kapsel von dem sog. Epithel eingenommen werden, dass dieses aus mächtigen, grosskernigen Quaderzellen besteht, welche medianwärts vom Linsenaequator allmählig niedriger und immer breiter werdend, schliesslich in Linsenfasern übergehen, etwa in derselben Weise, wie dieses Becker (l. c. Taf. IV. fig. 13) vom Frosch abbildet. Die Fasern selbst erscheinen an Meridionalschnitten der Linse sehr breit, mehr weniger sichelförmig gekrümmt, die Enden stark zugespitzt. Der Querschnitt der Faser ist comprimirt hexagonal. Die Linse des Triton ist relativ sehr gross; ihr Volumen verhält

sich zu demjenigen des Glaskörper gerade umgekehrt wie beim Huhn; bei diesem ist der Glaskörperraum sehr gross, beim Triton äusserst klein [2]).

Blutgefässe existiren an der embryonalen sowie an der erwachsenen Linse des Triton ebensowenig als in seiner retina oder hyaloiden (letzteres abweichend vom Frosch) [1]).

3. Säugethiere.

In Bezug auf die bei der Bildung der Säugerlinse statthabenden Vorgänge sind die Angaben der Autoren nicht so übereinstimmend, wie in Bezug auf die entsprechenden Vorgänge beim Vogel. Kölliker [3]) nämlich sucht, gestützt auf seine Untersuchung des Auges eines vierwöchentlichen menschlichen Embryo, gegen Remak die Ansicht geltend zu machen, dass bei den Säugern bei der Linsenbildung mit der Epidermis (Hornblatt) auch eine Cutislage in die Augenblase eingestülpt werde. Ich habe mich von der Richtigkeit dieser Behauptung nicht überzeugen können, durch Untersuchung der resp. Entwickelungsstadien einiger Säuger vielmehr auch für diese den von Remak aufgestellten Typus der Linsenbildung vollkommen bestätigt gefunden. So liegen mir zwei Stadien der primären Augenblase vom Hunde vor, in deren einem die Abschnürung sich eben einleitet, im anderen etwas weiter vorgeschritten ist; ferner ein Stadium vom Schaafe, in welchem eben das Hornblatt über der Augenblase behufs Bildung der Linse sich verdickt hat. In allen diesen liegt das Hornblatt den Augenblasen (und zwar in recht bedeutender Ausdehnung) unmittelbar an; es ist in der That so, wie Remak (l. c. pag. 91) es für das Hühnchen angiebt: Die Kopfplatten, durch welche überall sonst das Hornblatt vom Hirnrohr getrennt ist, sind im Bereich der Augenblasen unterbrochen. Es würde aber irrthümlich sein, sich diese Unterbrechung als die Folge einer Durchbrechung zu denken, wie Schenk zu thun scheint, wenn er l. c. pag. 481 sagt: „die Augenblasen nehmen allmählig an Ausdehnung zu, bis sie die oberflächliche Zellenlage (das äussere Keimblatt) erreichen“. Die Ausstülpung der Augenblasen geht vielmehr so früh vor sich, dass sie mit dem Hornblatt in Berührung stehen, ehe noch die Kopfplatten Zeit gehabt haben, zwischen

---

1) Hyrtl, Ueber anangische Netzhäute. Wiener Sitzungsberichte. 1861. XLIII. 1. pag. 20.

2) Wenn Owsjannikow („Ueber die Entwickelungsgeschichte der Flussneunaugen“ — im Bulletin de l'Académie Impériale des sciences de St. Petersbourg. 1869. Tome XIV. Nr. 3. p. 328) das Auge des Neunauges „schon bei ganz jungen Embryonen aus Nervenelementen, Pigmentkapsel und einem Körper, der als Glaskörper angesehen werden kann“ — bestehen lässt, so scheint es mir bei der Vergleichung dieser Angabe mit meinen Präparaten von jungen Tritonenembryonen unzweifelhaft, dass der genannte Körper nicht der Glaskörper, sondern die Linse ist, welche in diesen Stadien den Binnenraum des Auges fast vollständig ausfüllt, so dass vom Glaskörper kaum an mikroskopischen Schnitten etwas nachzuweisen ist. cf. auch Schenk l. c. Figg. 3. 4. 7.

3) Entwickelungsgesch. p. 279 ff. 297. — Vielleicht darf man daraus, dass Kölliker diese Ansicht, die er auch in der 1. u. 2. Aufl. (pag. 619 resp. 653) seiner „Gewebelehre etc.“ vertreten hatte, in die 4. u. 5. Aufl. derselben nicht mehr aufgenommen hat, schliessen, dass er dieselbe seitdem hat fallen lassen, zumal da er schon in seiner Entwickelungsgeschichte (p. 297) zugiebt, „dass selbst gewisse Thatsachen gegen dieselbe zu sprechen scheinen.“ Die folgende ausführliche Besprechung derselben ist daher selbstverständlich nicht als Polemik gegen Kölliker aufzufassen, sondern motivirt sich dadurch, dass einerseits jene von ihm aufgestellte Ansicht — die, so viel mir bekannt, bisher weder widerlegt, noch durch eine andere ersetzt ist — wahrscheinlich wol noch fast eben so weit verbreitet sein dürfte wie die Kölliker'sche Entwickelungsgeschichte, andererseits die Aufstellung einer neuen Ansicht sich am besten an die bisher in Geltung gewesene anknüpfen lässt.

beide hineinzuwuchern; und diese primäre Contiguität bleibt und erhält sich auch während der Einstülpung des Hornblattes behufs Linsenbildung. Fig. 5 (von der Maus) zeigt dies deutlich.

Für die Miteinstülpung einer Cutislage fehlt mithin das Material.

Aber nicht nur dieses, — auch die Nothwendigkeit einer solchen Miteinstülpung lässt sich in Abrede stellen. Kölliker deducirte dieselbe aus der von ihm an dem 4-wöchentlichen menschlichen Embryo constatirten, sehr frühen Anwesenheit der gefässhaltigen Linsenkapsel. Dass letztere an den Embryonen anderer Säuger nicht weniger früh vorhanden ist, davon habe ich mich an denen des Schaafes überzeugt, dabei aber zugleich die Ansicht gewonnen, dass die Entstehung derselben sehr wohl auch in anderer als der von Kölliker supponirten Weise nicht nur denkbar, sondern höchst wahrscheinlich ist. Mir scheint die Sache so zu liegen:

Die Gefässe auf der Aussenfläche der Linsenkapsel verdanken ihre Entstehung derselben embryonalen Gefässanlage, aus der die Arteria centralis Nervi optici und hyaloidea hervorgehen. Diesen Gefässstamm findet man zur Zeit der noch offenen Linsengrube von der Bauchfläche des Medullarrohres an derselben Fläche des Augenblasenstieles lateralwärts ziehend.

In demselben Maass, wie die Augenblase durch die Linse median- und dorsalwärts eingestülpt wird, erhebt sich dieses Gefässstämmchen in das Cavum der nach der Bauchseite hin offenen secundären Augenblase, so wie in den peripheren Theil des rinnenförmigen Augenblasenstiels; letzterer Theil des Gefässes wird zur Art. central. Nervi opt., ersterer zur Art. hyaloidea. Von der hyaloidea aus entwickelt sich rasch an der medialen (hinteren) Linsenwand ein Gefässnetz, welches an der von der Augenblase nicht umfassten ventralen Linsenparthie auch über den Aequator hinaus auf die vordere Linsenwand Zweige treibt.

Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass diese in ihrer ganzen Ausdehnung von ihnen überzogen wird. Wenn man die von Kölliker (Entwickelungsgesch. p. 294. Fig. 146.) nach einer Injection von Thiersch gezeichnete, ebenso eigenthümliche als zierliche Anordnung der Gefässe an der vorderen Linsenwand betrachtet, so wird man eher geneigt sein, anzunehmen, dass dieselbe dadurch zu Stande kommt, dass von zahlreichen, in der ganzen Peripherie des Aequators zerstreuten Punkten gleichzeitig Gefässe in der Richtung der Meridiane nach dem vorderen Pole hin vordringen, ehe sie denselben aber ganz erreicht haben, umbiegen und nach dem Aequator zu zurücklaufen. Woher nun aber diese Gefässchen stammen, kann ich nicht angeben, da mir keine lückenlose Serie der betreffenden Entwickelungsstadien zur Disposition stand. Nicht ganz unwahrscheinlich scheint es mir indess, dass das Stämmchen der Art. hyaloidea auch über den von der Augenblase umfassten Theil des Linsenaequators hinaus (zwischen Linse und Augenblase hin) ihre Sprossen treibt gegen den vorderen Pol. Letzterer liegt um die Zeit, wo feinste Gefässe zwischen der eben abgeschnürten Linsenblase und der Innenwand der Augenblase bereits deutlich erkennbar sind, dem Hornblatt noch dicht an; dieser Umstand dürfte jedoch kaum ein hinreichendes Hinderniss für das weitere Vordringen und allendliche Confluiren der sonst überall sich ein- und durchzwängenden Gefässsprossen und Blutkörperchen, und somit ein genügendes Causalmoment für ihr Umbiegen und Rückläufigwerden in der Nähe des vorderen Poles abzugeben im Stande sein. Dazu scheint vielmehr ein soliderer Widerstand erforderlich und ein solcher dürfte im Linsenstiel gegeben sein. Ich glaube, dass man nicht

zu weit zurückgreift, wenn man die Gefässentwickelung an der vorderen Kapselwand in der Zeit vor der vollkommenen Lostrennung der Linse vom Hornblatt sich vollziehen lässt.

Die Gefässe an der vorderen Linsenfläche als eine Production der rings um die Augenblase äusserst reich vascularisirten Kopfplatten anzusprechen, empfiehlt sich weniger; in diesem Fall würde die Herstellung der Communication des Gefässnetzes an der vorderen mit demjenigen an der hinteren Kapselwand erst ein secundärer Process sein; dagegen dürfte aber doch wohl ihre so sehr frühe Anwesenheit sprechen.

Höchst wahrscheinlich erscheint es mir dagegen, dass die vom vorderen Pol zurücklaufenden Gefässe ihr Blut in die benachbarten grösseren Stämme der Kopfplatten ergiessen. Zu dieser Annahme ist man fast gezwungen durch das von allen Autoren übereinstimmend angegebene Fehlen einer der Art. hyaloidea entsprechenden Vene — ein Verhalten, welches ich bestätigen zu können glaube, welches aber wenig befremden kann, wenn man sich erinnert, dass auch die Art. hyaloidea ursprünglich ein in den Kopfplatten gelegenes Gefäss war, welches nur durch seine, in Folge der Linsenbildung herbeigeführte, Lageveränderung zu dem sich erhob, was es später ist, während seine peripheren Zweige in der Umgebung des lateralen (vorderen) Augenpoles liegen blieben und durch ungestört fortbestehende Communication mit dem Stamm (der hyaloidea) den Abfluss hinreichend sichern und eine besondere Vena hyaloidea entbehrlich machen. Ein solches abführendes Gefässstämmchen liegt wahrscheinlich in dem Fig. 5 mit *v.* bezeichneten vor; es hat eine Strecke weit einen dem freiem Rand der Augenblase annähernd parallelen Verlauf; es mag späterhin mit anderen, entsprechend verlaufenden in Communication treten und so die Anlage zu einem der ringförmig geschlossenen Venensinus entstehen.

Eine der pag. 12 erwähnten homologe Gefässanlage findet sich auch beim Hühnchen an der Bauchfläche des Augenblasenstiels; dieselbe erhebt sich aber bei der Linsenbildung nicht bis in's Cavum der Augenblase und die Rinne des Augenblasenstiels, sondern nur bis in die Augenblasenspalte, fixirt sich in dieser und geht in der Bildung des Pecten auf. Ein weiterer Unterschied zwischen Säuger und Hühnchen in Bezug auf die Bildung des Auges besteht darin, dass während der Einstülpung und auch nach der Abschnürung der Linse noch eine Zeit lang der laterale, freie Rand der Augenblase, die Umbiegungsstelle beider Lamellen in einander, mit dem Hornblatt in Berührung bleibt, und erst zur Zeit der beginnenden Corneabildung die Kopfplatten, jedoch ohne irgend erhebliche Gefässe mit sich zu führen, zwischen beide vorwuchern. Es fehlen mithin beim Hühnchen die beiden für die Säuger aufgestellten Möglichkeiten für die Bildung von Gefässen auf der Linsenkapsel sowohl als auch diejenige für die Existenz einer Art. central. Nervi opt. et hyaloidea.

Cap. III.

Entwickelung der Cornea.

Die Litteratur bietet in Bezug auf die Entwickelung der Cornea wenig. Die älteren Embryologen geben nur hie und da eine Bemerkung über die Zunahme der Dicke und Wölbung derselben. Remak (l. c. p. 35. 92.) erklärt sie für „eine spätere Bildung; sie entsteht durch Verschmelzung des vorderen Endes der Sclera mit dem Hornblatt (Epithelium)". — Kölliker sagt über dieselbe in seiner Entwickelungsgeschichte nur (pag. 287): „der vordere Abschnitt der Faserhaut wird — beim menschlichen Embryo — am Ende des 3. Monats und im 4. allmälig durchsichtig und somit (?) zur Cornea". — Babuchin (l. c. Band IV. 1863, p. 83; cf. dazu seine Fig. VIII.) giebt an, dass „nach vorn die Kopfplatte immer dünner wird und unmittelbar in eine zarte, mit wenigen Kernen versehene Membran übergeht, welche die Pupillaröffnung überzieht — künftige Cornea". — 1864 beschreibt Dr. C. Ritter in Worpswede (s. Gräfe's Archiv 1864. Band X, p. 61.) ausführlich das Auge eines zehnwöchentlichen menschlichen Embryo, in welchem er den „Beginn" der Corneabildung vor sich zu haben glaubt: die Cornea sei in der Mitte schon „durchsichtig" gewesen; „das vordere Epithel fehlte gänzlich und mit ihm die Bowmann'sche Membran, welche zum Epithel gehört;" die völlig durchsichtige homogene Grundsubstanz der Cornea enthält hier und da rundliche Kerne, welche sich gegen die Peripherie hin häufen. Die Descemetische Membran ist schon angedeutet durch eine feine Verdoppelung der inneren Contour.

Die neueste Notiz über Corneaentwickelung findet sich in Hensen's: Ueber den Bau des Schneckenauges ff. — (in Max Schultze's Archiv 1866, II. Bd., p. 420): „Gleich nach der Linseneinstülpung ist die Cornea äusserst dünn, nur eine Basalmembran des Epithels, während die Sclera als Fortsetzung der Muskelsehnen sich bereits dunkler abgrenzt. Es liegt nun, so lange die Linse noch hohl ist, zwischen Linse und Cornea nach vorn von der Membrana pupillaris ein Gallertgewebe, genau von derselben Structur wie das des Glaskörpers in diesem Stadium, während zu keiner Zeit etwas Aehnliches an Sclera oder Chorioidea sich findet. Dies Gewebe geht dann sehr bald in der Bildung der Cornea auf, welche vom Rande her sich verdickt." — So beim Schaaf, Meerschweinchen, Kaninchen, Hühnchen.

1. Hühnchen.

Das jüngste Stadium, bis zu welchem ich die Entwickelung der Cornea beim Hühnchen habe verfolgen können, ist dasjenige, in welchem die Zellen (Fasern) der hinteren Linsenwand die vordere eben zu erreichen im Begriff sind. Die Linse liegt dem Hornblatt nicht mehr an, sondern ist von ihm getrennt durch eine, ihm in der ganzen Ausdehnung der späteren Cornea anliegende, sehr dünne (etwa den vierten Theil des Durchmessers einer Zelle der tieferen Hornblattschicht dicke) Lage structurloser Substanz. Zwischen dieser und der vorderen Lin-

senwand, oder in die structurlose Schicht in der Weise eingebettet, dass dieselbe durch sie unterbrochen erscheint, sie mithin sowohl die hintere Hornblatt- als die vordere Linsenfläche berühren, finden sich in je einem dünnen Schnitt 1 — 3 scharf contourirte Kerne (mit Kernkörperchen). Auch mit stärkeren Vergrösserungen (Hartnack System Nr. IX — XI) finde ich um die meisten derselben nichts, was man als Zellprotoplasma deuten könnte; nur einzelne der in die Schicht eingebetteten Kerne sind von einer etwas gekörnten Masse umgeben, die ohne scharfe Grenze in die hyaline Substanz übergeht. In einem folgenden Stadium (fig. 1) hat die structurlose Schicht schon fast die Dicke des Hornblattes erreicht; von jenen Kernen in ihr oder zwischen ihr und der Linse ist nichts mehr zu entdecken, sie füllt den Raum zwischen Hornblatt und vorderer Linsenfläche vollkommen aus. Die Betrachtung der späteren Entwickelungsstadien zeigt, dass in ihr die Anlage der Grundsubstanz der Cornea propria gegeben ist. Ihr Dickendurchmesser nimmt von nun an rasch und ganz constant zu.

Wenn sie die fig. 1 angegebene Dicke erreicht hat — etwa um die Mitte des 5. Tages —, beginnt die Bildung des hinteren Epithels der Cornea in folgender Weise: Die Kopfplatten drängen sich zwischen dem peripherischen Theil der hyalinen Schicht und der äusseren Lamelle der sec. Abl. hindurch bis an den ringförmigen Canal, welcher zwischen Umbiegungsstelle der Augenblasenlamellen, Linse und Anlage der Cornea besteht und sich später zur vorderen Augenkammer erweitert. Von hier aus „kriecht“ dann eine von vorn herein einfache Zellenschicht an der hinteren Fläche der hyalinen Schicht, concentrisch vorrückend, gegen den Mittelpunkt dieser Fläche hin. Am 6. Tag treffen die Zellen von allen Seiten her in demselben zusammen, und damit ist das hintere Cornealepithel fertig.

Die vordere Linsenwand liegt diesem Epithel noch unmittelbar an; schon am folgenden Tag jedoch beginnt sie sich von ihm zu entfernen; letzteres scheint bedingt zu sein durch die Verdickung, resp. das weitere Hervorwuchern der zwischen der vorderen Zone der Augenblase und dem peripheren Theil der Cornea befindlichen Kopfplattenschicht; es wird später wahrscheinlich weiter gefördert durch die Bildung der Iris und die stärkere Wölbung der Cornea. Dieses Zurückweichen der Linse hat die Entstehung der vorderen Augenkammer zur Folge.

Gleichzeitig mit der Bildung des hinteren Epithels haben sich in dem oben erwähnten Theil der Kopfplatten weitere Differenzirungen angebahnt; diejenige, welche zuerst in die Augen fällt, ist die Anlage des Cornealfortsatzes inclusive Ciliar-Muskel; — sie erscheint (fig. 2) als Verdichtung des Gewebes — an Querschnitten als etwas dunklerer Streifen, dessen Richtung die unmittelbare Fortsetzung des vom hinteren Epithel gebildeten Bogens darstellt. Die Zellen beider gehen continuirlich in einander über. (cf. Figg. 2—4.)

Dieser dichtere Zellenstrich theilt den vorderen Abschnitt der Kopfplatten in eine (vom Centrum des Auges aus gerechnet) innere und äussere Portion; die innere wird die Iris und processus ciliares bilden helfen (ihr hinterer Abschnitt wird zur Chorioidea), die äussere liefert das Material für die Bildung der Sclera und des einzigen noch fehlenden Bestandtheils der Cornea: der Corneakörperchen.

Von dem zuletzt genannten äusseren Theil der Kopfplatten aus nämlich beginnt, sobald die Bildung des hinteren Epithels vollendet ist, eine Einwanderung von Zellen in die structurlose Schicht, deren Dicken-Durchmesser unterdess bedeutend zugenommen hat. Die eindringende

Zellenmasse zeigt auf dem Querschnitt eine Keilform, die, je weiter die Zellen vordringen, sich desto spitzwinkliger auszieht (fig. 2). Der von den jeweilig am weitesten vorgedrungenen Zellen gebildete Kreis verkleinert sich von Stufe zu Stufe, er schwindet endlich am 8. Tag durch Zusammentreffen der Zellen von allen Seiten her.

Die Fig. 2 und 3 zeigen, dass die Einwanderung nur in die mittlere Zone der structurlosen Schicht stattfindet, die dem Hornblatt und dem hinteren Epithel angrenzenden Zonen dagegen zellenlos bleiben; Anfangs sind diese zellenlosen Zonen noch sehr breit, sie verschmälern sich rasch — in demselben Grad wie die mittlere, Zellen führende durch immer neue Einwanderungen von den Kopfplatten aus auf ihre Kosten sich verbreitert, (cf. Fig. 3 und 4) — schwinden aber niemals ganz, persistiren vielmehr durch das ganze Leben hindurch als vordere und hintere Grenzschichte (elastica anter. et poster. Bowmann).

Sämmtliche bisher betrachtete Bestandtheile der Cornea waren also Derivate des mittleren Keimblattes; früher als alle diese aber ist diejenige Schicht vorhanden, welche vom oberen Keimblatt geliefert wird, nämlich das vordere Epithel, welches in einfachster Weise durch das Persistiren des ursprünglich schon die primitive Augenblase überziehenden Hornblattes sich bildet.

Nachdem wir so den Entwickelungsgang im allgemeinen überblickt haben, dürften einige histologische Angaben am Platze sein.

1. Das vordere Epithel. Im Hornblatt ist zu der Zeit, wo die Entwickelung der Cornea beginnt, die Differenzirung in die 2 Schichten, welche sich später zum Stratum corneum und Stratum Malpighii weiter entwickeln, bereits eingetreten. Die weiteren Veränderungen im Hornblatt in der Ausdehnung, in welcher es Cornea-Epithel werden soll, gehen äusserst langsam vor sich und bestehen nur darin, dass die Zellen der tieferen Lage sich zu schönen, grosskernigen Cylinderzellen ausbilden, — die horizontal zur Körperoberfläche liegenden der äusseren Schicht dagegen nur an Zahl zunehmen und dichter aneinander zu liegen kommen. Erst gegen Ende des Embryolebens erscheint zwischen beiden eine dritte Schicht rundlicher, wohl entwickelter Zellen. Die Vermehrung der Schichten im vorderen Epithel muss also in der Jugendzeit des ausgeschlüpften Vogels sich noch fortsetzen.

2. Das hintere Epithel gelangt am allerfrühsten zum Abschluss seiner Entwickelung, und bietet weiter kein besonderes Interesse.

3. Cornea propria, incl. Grenzschichten.

a) Die zelligen Bestandtheile der Cornea propria erleiden zum Theil sofort, zum Theil bald nach ihrer Einwanderung eine auffallende Veränderung: sie erscheinen im Querschnitt in die Länge gestreckt, spindelförmig; ihre spitzen Enden ziehen sich immer mehr in je einen ziemlich langen Fortsatz aus — ja das Protoplasma scheint ganz in diese Fortsätze aufzugehen, so dass man von den weiter vorgedrungenen oder in vorgerückteren Stadien nur noch einen anscheinend freien, meist länglichen, mit einem Kernkörperchen versehenen Kern und zwei an ihm haftende Fortsätze sieht.

Es unterliegt wol keinem Zweifel, dass in der soeben beschriebenen Veränderung der eingewanderten Kopfplattenelemente bereits der Beginn ihrer Umwandlung in die späteren eigentlichen (fixen) Hornhautkörperchen vorliegt, welche letztere ja bekanntlich, in der Rich-

tung des Dickendurchmessers der Cornea stark abgeplattet, nur bei der Flächenbetrachtung die charakteristische Sternform und ihre zahlreichen Fortsätze sehen lassen, im Querschnitt aber auch im Erwachsenen ein dem obigen ganz ähnliches Bild darbieten.

Zwischen diesen spindelförmig erscheinenden finden sich noch andere Körperchen, welche durch ihre bedeutendere Grösse, ihre mehr rundliche Gestalt und ihre Fortsatzlosigkeit schon bei schwächeren Vergrösserungen von jenen sich unterscheiden. Stärkere Vergrösserungen weisen sie als grosskernige Zellen mit spärlichem Protoplasma aus. Aller Wahrscheinlichkeit nach repräsentiren sie Einwanderungen jüngeren Datums als die zuerst genannten, deren Schicksal sie zu theilen bestimmt sind [1]).

b) Grundsubstanz. Die regelmässige Lagerung der Corneakörperchen nicht minder als der eigenthümliche Prozess ihres Eindringens in eine allem Anschein nach vollkommen homogene Masse mussten die Frage nahe legen, ob sich nicht vielleicht in der letzteren doch eine Zusammensetzung aus Lamellen oder Schichten nachweisen lasse, deren, wenn auch kleinste, Interstitien die Erklärung jener Erscheinungen erleichtern könnten. Ich habe daher die bezüglichen Präparate mit den stärksten mir zugänglichen Hartnack'schen Immersionssystemen Nr. XI und Nr. XV untersucht. Aber auch mit diesen gelingt es an gut gehärteten Präparaten nicht, eine Schichtung zu erkennen; dagegen zeigen solche, die offenbar bei der Härtung etwas geschrumpft sind, allerdings eine Zeichnung, welche auf die Anwesenheit einer Structur schliessen lässt: die noch zellenfreien Parthieen der Grundsubstanz nämlich bieten das Bild eines Netzwerkes vorwiegend parallel den Corneaflächen, jedoch nicht ganz gerade und regelmässig verlaufender, unter mehr weniger spitzen Winkeln ineinander übergehender, feinster Linien dar. Dieses Artefact setzt doch wol die Existenz von Schichten voraus, welche aber — äusserst zart — im normalen Zustand sich so dicht aneinander schmiegen, dass sie der Wahrnehmung sich entziehen. Die Annahme einer derartigen von vornherein schon geschichteten Anlage der Grundsubstanz der Cornea gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch den Befund der Corneabildung bei den Tritonen (cf. Fig. 8 und die Beschreibung im Text). Auch bei der Forelle scheint, wenn man nach dem offenbar einem stark geschrumpften Object entnommenen Schnitt Schenk's (l. c. Fig. 11. Tab. II) einen Schluss wagen darf, die Anlage der Grundsubstanz deutlich lamellös zu sein.

Auf ein eingehendes Studium der Structur der beiden Grenzschichten habe ich mich nicht einlassen können. — Aus der Art ihrer Entstehung geht klar hervor, dass sie beide gleichwerthig und nicht als zu den beiden ihnen anliegenden Epithelien, sondern durchaus zur Cornea propria gehörig anzusehen sind (cf. dagegen Kölliker's Ansicht in seiner Gewebelehre, neueste Auflage, p. 647, in Bezug auf den Säuger). — Aus entwickelungsgeschichtlichen Gründen ist für sie die von ihrem Entdecker Reichert gebrauchte Bezeichnung: „Grenzschichte" allen übrigen vorzuziehen.

---

1) Auch die sternförmigen, fixen Hornhautkörperchen sind also in ihrer Jugend einmal gewandert, aber ihre Wanderung hat eine bestimmte Tendenz; am Ziele angelangt fesseln sie sich durch gegenseitige Verkettung unter einander vermittelst ihrer Fortsätze. Ihre Wanderung ist also in jeder Beziehung ganz verschieden von dem rastlosen Umherirren der sogenannten wandernden Corneakörperchen, mit denen sie weiter nichts gemein haben, als die gemeinschaftliche Abstammung aus dem mittleren Keimblatt.

Von einer „Conjunctiva corneae“ (cf. Kölliker l. c. in Bezug auf die Säugethiere) kann beim Hühnchen nach dem Obigen selbstverständlich nicht die Rede sein.

Recapitulation: An den Augentheil des Hornblatts bildet sich eine anscheinend structurlose Schicht, die Anlage der Grundsubstanz der Cornea propria, an — an diese das hintere Epithel; in die vorgebildete Grundsubstanz wandern von den Kopfplatten aus Zellen ein, welche zu den sternförmigen Hornhautkörperchen sich transformiren; nur eine schmale vordere und hintere Zone bleiben zellenlos — sie stellen die vordere und hintere Grenzschicht dar.

An der Bildung der Cornea betheiligen sich also das **obere und mittlere Keimblatt,** indem das Hornblatt das vordere Epithel, die Kopfplatten alle übrigen Schichten liefern.

Alle meine bisherigen Angaben haben natürlich zunächst nur für's Hühnchen sichere Geltung; die zu Anfang dieses Abschnittes mitgetheilten Notizen Ritter's und Hensen's machen es jedoch wahrscheinlich, dass bei dem Menschen und den Säugern die Entwickelung der Cornea im wesentlichen dieselbe ist. Dass das Hensen'sche „Gallertgewebe“ zwischen Linse und Hornblatt dieselbe Rolle zu spielen hat, wie die oben als anscheinend homogene Grundlage der Cornea propria bezeichnete Schicht, ist nicht zu bezweifeln; ebenso stimmen die Ritter'schen Beobachtungen vollkommen zu den meinigen, nur seine Deutungen halte ich für falsch; denn einmal liegt ihm nicht der Beginn der Corneabildung vor, sondern ein Stadium, welches zwischen den von mir in Fig. 2 und 3 abgebildeten liegt; wenn er ferner sagt, dass das Epithel der vorderen Wand gänzlich fehlt (Ritter glaubt, wie der Zusammenhang zeigt, dass es noch nicht gebildet sei; wo bleibt bei dieser Auffassung das Hornblatt?), so findet dies seine Erklärung darin, dass ihm ein mehrere Stunden macerirter Embryo vorlag (l. c. pag. 61), das Hornblatt (vordere Epithel) aber sich, wie ich oft beobachtet, sehr leicht von der Cornea propria ablöst; dies ist ein neuer Beweis für seine Nichtzugehörigkeit zur Bowman'schen Membran, welche Ritter an seinem Object nicht fand, weil er sie wahrscheinlich als etwas von der Cornea propria gesondertes oder scharf abgesetztes suchte; ich habe, auch wenn das ganze vordere Epithel zu Grunde gegangen war, die vordere Grenzschicht immer vollkommen intact gefunden. Was Ritter für die Descemet'sche Membran hält, deute ich als hinteres Epithel; die Contouren der blassen, flachen Zellen derselben setzen sich (namentlich bei einigen kleineren Vögeln beobachtete ich dies) so wenig scharf gegen einander ab, dass sie bei schwächeren Vergrösserungen nicht zu erkennen sind, dagegen ist ihre Begrenzung nach der vorderen Augenkammer und der hinteren Grenzschicht hin stets sehr deutlich — daher der von Ritter wahrgenommene doppelte Contour an der hinteren Fläche der Cornea.

Anhang: Entwickelung der Sclera und Chorioidea.

Ueber diese kann ich mich kurz fassen. Beide werden nur von dem mittleren Keimblatt, von den Kopfplatten aus geliefert. Der Process der Differenzirung der Elemente

des mittleren Keimblattes in die in diesen beiden Augenhäuten vorhandenen Gewebsarten ist aus den neuesten Handbüchern der Histologie in befriedigender Weise zu ersehen.

In der Sclera ist der Knorpel, nach Max Schultze (dessen Archiv II. pag. 243), am 9. Tag schon vorhanden. Ueber die Zeit der Entstehung des Knochenrings kann ich keine bestimmte Angabe machen; in dem fig. 4. abgebildeten Stadium ist er schon vollkommen entwickelt (Kn.).

In Bezug auf die Chorioidea legte Köllicker den Grund zu einer richtigeren Auffassung ihrer Entstehung gegenüber der älteren, noch von Remak mit Entschiedenheit vertretenen Ansicht, dass ihre Bildung von der äusseren Lamelle der secundären Augenblase ihren Ausgang nehme. Noch bestimmter wies M. Schultze [1]) die von der äusseren Lamelle der secund. Augenblase durchaus unabhängige Entstehung nur von den Kopfplatten aus nach, indem er namentlich auch nachwies, dass, wenn schon die Bildung der Chorioides überhaupt eine spätere, nämlich erst am 9. Tag als isolirbare Schicht erkennbar sei, die Pigmentirung derselben doch noch später, — und dann gleichzeitig mit der gewisser Theile der Sclera eintrete, und zwar nicht nur unabhängig vom Pigment der secundären Augenblase, sondern auch in ganz anderer Weise, (l. c. II, pag. 243). — Meine Zeichnung Fig. 4 veranschaulicht diese von ihm angegebene Art der Pigmentbildung in den Kopfplatten in ganz isolirten, grossen, ramificirten Bindegewebszellen, die zuerst in der äusseren Zone der inneren Portion des vorderen Theils der Kopfplatten — mit andern Worten: an der Aussenfläche der Chorioidea sich zeigen.

Die Gefässbildung in der Chorioidea scheint bis gegen Ende des Embryolebens auf die Entwickelung der Choriocapillaris beschränkt zu bleiben, die Hauptmasse der im Auge des erwachsenen Huhnes so kolossalen Gefässschicht der Chorioidea aber erst nach dem Ausschlüpfen zu entstehen.

---

2. Triton.

Die Corneabildung bei Triton verläuft, mit unwesentlichen Modificationen, ganz nach demselben Typus, wie beim Hühnchen; der erste Anfang derselben liegt hier in einer eben so frühen Periode wie dort. Kaum hat nämlich die Linsenblase sich abgeschnürt, so bemerkt man, dass die Umbiegungsstelle der Augenblasenlamellen etwas vom Hornblatt absteht, während gleichzeitig von den Kopfplatten aus sehr schmale (oder platte), kleine Zellen sich in die Lücke zwischen beiden hineindrängen (cf. fig. 6); sie dringen längs der Innenfläche des Hornblattes von allen Seiten her bis an die Berührungsstelle der Linse mit dem Hornblatt und endlich auch zwischen diese beiden ein. Die Einwanderung ist in gewissen Stadien eine ziemlich massenhafte, indem den kleinen Vorläufern bald auch grosse Dotterplättchen führende, kolossale Zellen des mittleren Keimblattes nachfolgen.

---

1) In dessen Archiv. Band II, pag. 236 ff.; III, pag. 371 ff. besonders pag. 377.

Da diese ganze Einwanderung für die Cornea nichts weiter liefert als eine im Anfang sehr schmale, structurlose Anlage der Grundsubstanz (cf. Figg. 7 u. 7b.), so ist dieser grosse Aufwand an Material nicht recht verständlich; es besteht offenbar ein Missverhältniss zwischen diesem und dem Bildungsendproduct.

Nachdem diese erste Zelleneinwanderung in die anscheinend structurlose Schicht aufgegangen ist, beginnt bei der 1,2 Cm. langen Larve die Bildung des hinteren Corneaepithels. Von den Kopfplatten nemlich schieben sich die 2—3 Schichten langgestreckter Zellen, welche in concentrischer Lagerung die äussere Lamelle der secundären Augenblase umgeben (cf. Fig. 7; 7. a.), zwischen das Hornblatt und die äussere Fläche der äusseren Lamelle; nur die innerste von diesen Schichten dringt längs der Pigmentlamelle bis an den Pupillarrand vor, die Zellen der äusseren dagegen richten sich, ehe sie die vordere Augenkammer erreichen, mit ihrer Längsaxe gegen den peripheren Rand der Cornea hin; es ist also eine Spaltung im vordersten Theil der Kopfplatten eingetreten: die innerste Schicht geht in die Anlage der Iris ein, die äusserste liefert das Material für den Ciliarmuskel und das hintere Corneaepithel.

Letzteres rückt ganz in derselben Weise wie beim Hühnchen nach der Mitte der hinteren Fläche der Grundsubstanz vor; an der Peripherie bleibt es mit dem Ciliarmuskel (auch im Erwachsenen) in Continuität.

In Bezug auf den Ciliarmuskel bemerke ich nur noch, dass die seine Anlage bildenden Elemente allmälig noch mehr in die Länge auswachsen (der Kern wird immer deutlicher stäbchenförmig), sich jedoch nicht zu einer so dicht geschlossenen Masse znsammendrängen, wie dies z. B. in der Darmmuskulatur der Fall ist; die geringe Entwickelung dieses Muskels, die ihn auch zu jeder kräftigen Leistung unfähig macht, ist ganz in Einklang mit der niederen Entwickelungsstufe, die das Auge des Triton überhaupt repräsentirt.

Um die Zeit, wenn das hintere Epithel sich ausgebildet hat, ist in dem übrigen Augentheil der Kopfplatten die Sonderung in Chorioidea und Sclera bereits vollständig eingetreten.

In der Sclera ist in der Aequatorialzone der Knorpel als einzellige Schicht deutlich entwickelt; von diesem Knorpelring aus scheint die Consolidirung der betreffenden Gewebselemente zur sclera nach vorn und hintenzu weiter vorzuschreiten, wenigstens tritt sie in diesen Abschnitten später erst deutlich hervor; sie markirt sich als Verdichtung des Gewebes, die Faserzellen legen sich fester an einander; bei der Grösse der langgestreckten Kerne derselben erscheint diese Schicht an Carminpräparaten sets sehr dunkel gefärbt.

Dieser Verdichtungsprocess setzt sich allmählig nach vorn hin auch durch die Aussenschicht der vorhin als Anlage des Ciliarmuskels bezeichneten Zellenmasse bis an den peripheren Rand der Anlage der Cornea fort; die dadurch hergestellte Verbindung zwischen Sclera und Anlage der Cornea propria wird durch weitere Umwandelung der betreffenden Elemente eine derartige, dass die Cornealamellen und die Faserschichten der Sclera schliesslich ein Continuum bilden. An der Innenfläche dieses äusseren besteht ein zweiter, geschlossener Kreis von weit geringerer Mächtigkeit, welcher durch die continuirlich in einander übergehenden Anlagen der Chorioidea, des Ciliarmuskels und das hintere Corneaepithel zusammengesetzt wird.

Bald nachdem der Scleralknorpel aufgetreten ist, beginnt die Einwanderung von Zellen aus dem zwischen Sclera-Anlage und Hornblatt gelegenen Theil der Kopfplatten, also von der

Cutis aus, in die structurlose Anlage der Cornea propria, welche dadurch in 2, um den Dickendurchmesser der einwandernden Zellen auseinander klaffende Schichten gespalten wird. Die einwandernden Zellen rücken in einer einzigen Lage nach der Mitte hin vor. — Erst wenn sie diese erreicht haben, wird die Einwanderung von den Kopfplatten aus massenhafter; die Zahl der Lamellen mehrt sich, zugleich erscheinen sie in dem Fig. 9. abgebildeten Stadium dünner, im Querschnitt feiner, schmaler als in demjenigen von Fig. 8; ihr Verlauf ist nicht mehr ein so isolirter, leicht zu verfolgender wie in diesem, vielmehr gehen sie vielfach ineinander über, und bieten so das Bild eines Netzwerkes, dessen langgestreckte Maschen durch die entsprechend gestalteten Querschnitte der Corneakörperchen genau ausgefüllt werden. — Dies Alles zusammengenommen, liegt der Schluss wohl sehr nahe, dass von den Fig. 8. vorhandenen 2 Lamellen jede wiederum neue Spaltungen durch in sie eingewanderte Kopfplattenelemente erfahren hat. Dieser Process setzt sich fort, bis die ansehnliche Mächtigkeit der erwachsenen Cornea erreicht ist.

In welcher Weise das Dickenwachsthum der Cornealamellen zu Stande kommt, und woher das Material für dasselbe geliefert wird, darüber wage ich eben so wenig, wie in Bezug auf das noch auffallendere Wachsthum der Grundsubstanz der Cornea beim Hühnchen auch nur eine Vermuthung aufzustellen.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen über die Entwickelung der Cornea beim Triton und beim Hühnchen geht klar hervor, dass die von Kölliker (Entwickelungsgeschichte pag. 287) für den Säuger gemachten Angaben, dass „die Faserhaut als vollkommen geschlossene Blase schon früh vorhanden“ und dass ihr vorderer und hinterer Abschnitt ursprünglich vollkommen gleich beschaffen sei, die Cornea aber dadurch sich von der Sclera sondere, dass der Scleralsack im vorderen Abschnitt durchsichtig werde, — in Bezug auf das Hühnchen und den Triton keine Anwendung finden; die Continuität beider, welche im erwachsenen Auge allerdings sehr ausgesprochen ist, stellt sich vielmehr erst relativ spät her.

In Bezug auf die Chorioidea habe ich nur noch zu bemerken, dass beim Triton ebenso wie beim Hühnchen, die Bildung des Pigmentes eine späte ist. In Fig. 7. ist noch keine Spur davon vorhanden. Die ungefärbte Schicht ist in dem Fig. 8. abgebildeten Stadium (nach anderen nicht gezeichneten Präparaten von demselben) deutlich abgegrenzt durch den Scleralknorpel und das Retinalpigment, übrigens aber äusserst dünn. In Fig. 9. ist das Chorioidalpigment bereits gut entwickelt zwischsn Sclera einerseits und der unpigmentirten Schicht der Chorioidea und dem Ciliar-Muskel andererseits.

Cap. IV.

Entwickelung der Iris und Processus ciliares.

(Gliederung der secundären Augenblase.)

Die Durchmusterung der bezüglichen Litteratur ergiebt, dass von Baer und Remak die einzigen sind, welche die Entwickelung der in Rede stehenden Theile zu verfolgen gesucht haben. Dabei fand v. Baer, dass die vordere Zone der inneren Lamelle der secundären Augenblase sich verdünne und am 7. Tag schon als Strahlenblättchen sich zu erkennen gebe, scharf von der eigentlichen Netzhaut gesondert; „an derselben Stelle, wo die Netzhaut aufhört, sieht man nun auch in der dunkelen Haut eine Trennung in Aderhaut und Ciliarkörper“; er sagt aber selbst, dass er nicht ins Klare darüber habe kommen können, wie das Strahlenblättchen und der Ciliarkörper sich bilden — ob durch „eine wahre Trennung oder ob nur die Netzhaut und Aderhaut sich von der Linse zurückziehen und das Strahlenblättchen und der Ciliarkörper neu hinzugekommene Theile sind“ (l. c. I. Theil, pag. 105. 122); im II. Theil 1837, pag. 114 aber giebt er ganz bestimmt an: „die Netzhaut sah ich zuerst bis an die Linse hinan reichen, dann aber von derselben sich abziehen, mit Zurücklassung des Strahlenblättchens“. Letzteres „scheint an der Linsenkapsel aufzuhören oder mit ihr verwachsen zu sein“. Von der Iris giebt v. Baer nur an, dass sie als sehr schmaler ungefärbter Ring an der Oeffnung der Gefässhaut gegen Ende des 10. Tages entstehe; zwischen dem 11. — 13. Tag färbe sie sich vom Pupillarrand aus.

Remak (l. c. pag. 35) begnügt sich mit der kurzen Notiz, dass der Anflug schwarzen Pigments auf der äusseren Fläche der Augenblase (d. h. — wie aus dem folgenden Satz sich ergiebt — die äussere Lamelle) die gemeinschaftliche Anlage der Chorioidea, der Processus ciliares nnd der Iris bilde.

Diesen Beobachtungen kann hinzugefügt werden eine Vermuthung, welche Kölliker in Bezug auf die Entstehung des hinteren Irispigments ausspricht (Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. 1867, pag. 666), indem er es als „wahrscheinlich“ bezeichnet, dass dasselbe „aus der äusseren Lamelle der secundären Augenblase sich entwickelt“. Darnach würde also das hintere Irispigment dem Retinalpigment homolog sein.

Der Vollständigkeit halber sei schliesslich noch erwähnt eine Zeichnung Babuchin's — l. c. Band IV, Fig. IX, deren mit g bezeichnete Zellenmasse in der Erklärung zu dieser Figur als „erste Anlage des Ciliarkörpers“ gedeutet wird, — eine Deutung, die mir ebenso unverständlich ist, wie die in Rede stehende Parthie der Zeichnung selbst.

1. Hühnchen.

Bereits bei der Entwickelung der Cornea ist auseinandergesetzt worden, wie die Kopfplatten sich zwischen die secundäre Augenblasse und das Hornblatt, gegen die vordere Linsen-

fläche hin, vorschieben; der freie Rand derselben reicht zu der Zeit, wenn das hintere Epithel von ihnen aus gebildet wird, fast bis an die Linse heran; eine scharfe Begrenzung desselben ist nicht vorhanden (cf. Fig. I.); erst in einem folgenden Stadium bildet die der vorderen Augenkammer zunächst liegende Zellenschicht einen schwach concaven Contour zwischen dem hinteren Epithel der Cornea und dem Umschlagsrand der Augenblase, welcher letztere, der Linse anliegend, etwas mehr in die vordere Angenkammer hinein vorragt. (cf. Fig. 2.)

Zu gleicher Zeit hat in dem der Umbiegungsstelle nächstliegenden Theil der inneren Lamelle der Augenblase eine Verdünnung begonnen; sie erscheint am Ende des 7. Tages — Fig. 2 — schon recht ausgesprochen, wie die Vergleichung des Dickendurchmessers in der Nähe des Umbiegungsrandes mit dem des in der Gegend des Bulbusäquators gelegenen Theils ergiebt. — An derselben Figur (und noch mehr in den folgenden Stadien, z. B. dem Fig. 3 abgebildeten) springt es aber auch sofort in die Augen, dass mit dieser Verdünnung nichts weniger als ein Zurückweichen des Umschlagsrandes der Augenblase verbunden ist, dass dieselbe sich im Gegentheil weiter in die Augenkammer, die sich damit gleichzeitig bildet, vorschiebt, dass also offenbar mit der Verdünnung der inneren Lamelle eine Flächenverbreiterung dieses vorderen Theils der secundären Augenblase Hand in Hand geht.

Die der äusseren Lamelle zunächst anliegenden Elemente der Kopfplatten folgen in gleichem Schritt diesem Vorrücken des Pupillarrandes der Augenblase; es sondert sich dadurch im vordersten Theil der Kopfplatten eine schmale innere Schicht von einer äusseren, bedeutend breiteren (der Anlage des Cornealfortsatzes, incl. Ciliarmuskel, s. pag. 15); zwischen beiden Schichten bleibt am freien Rand der Kopfplatten eine Anzahl von Zellen liegen, welche weder der einen noch der anderen Schicht zufallen, sondern als Anlage eines selbstständigen Gebildes sich erweisen, indem sie durch einen sehr leicht und deutlich zu verfolgenden Umwandelungsprocess zum sog. Ligamentum pectinatum werden. Es fangen nämlich die Fortsätze dieser Zellen an, in die Länge auszuwachsen, wozu das Zellprotoplasma fast vollständig verbraucht zu werden scheint, wenigstens gewinnen diese Zellen, die sich früher durch nichts von den übrigen indifferenten Kopfplattenelementen unterschieden, immer mehr das Ansehen blosser (mit Kernkörperchen versehener) Kerne; es scheint auch fast, als ob sie dabei die Fähigkeit der Fortpflanzung einbüssten, denn in demselben Grad als die Fasern länger und feiner werden, rareficirt sich dieses Gewebe, bis es schliesslich ein äusserst zierliches Fasernetzwerk darstellt, in dessen Knotenpunkten jene scheinbaren Kerne liegen; — die einzelnen Maschen strecken sich allmälig immer mehr in die Länge, je mehr die Fasern sich parallel zu einander lagern. — Seine definitive Entwickelung erreicht das Ligamentum pectinatum wol erst im ausgeschlüpften Hühnchen; dagegen nimmt es die Lage und Richtung, welche es im Erwachsenen beihehält, schon ziemlich früh ein: am 7. Tage (Fig. 2) bildet der die vordere Augenkammer begrenzende Zellenzug desselben, welcher das hintere Cornealepithel mit dem Pupillarrand der Augenblase verbindet, noch einen schwach concaven Contour; am 10. Tage (Fig. 3) aber ist die durch das concentrische Vorrücken des Pupillarrandes nach dem vorderen Linsenpol hin bedingte spitzwinklige Stellung gegen die Cornea schon deutlich. Diese Stellung ist beim Vogel die bleibende.

Kehren wir zur Augenblase zurück, so ist die nächste Veränderung eine am 9. oder

10. Tag in geringer Entfernung vom Umschlagsrande auftretende Faltenbildung beider Lamellen (Fig. 3. p. c.). Dadurch wird in dem verdünnten Theil der Augenblase eine Sonderung in einen vorderen und einen hinteren Theil eingeleitet; ersterer wird (mit dem ihm unmittelbar aufliegenden Theil der Kopfplatten) zur Iris, letzterer (gleichfalls mit dem ihm unmittelbar aufliegenden Theil der Kopfplatten) zu den processus ciliares. Wie die Faltung beide Lamellen betraf, so werden auch beide Lamellen der Augenblase im vorderen sowohl als im hinteren Theil in die Bildung der eben genannten Organe einbezogen.

In Bezug auf den Kopfplattenantheil der Iris und process. cil. kann ich mich auf die Bemerkung beschränken, dass von ihm aus selbstverständlich das eigenthümliche Iris- und Ciliargewebe (Muskeln, Bindegewebe, Gefässe u. s. w.) gebildet wird. — (Die Gefässbildung in der Iris leitet sich schon sehr früh ein; ein oder mehrere grössere Lumina sind in den Querschnitten derselben sichtbar zu einer Zeit, zu welcher in der Chorioidea nur erst eine Choriocapillaris existirt); die betreffenden Augenblasenantheile erfordern eine eingehendere Betrachtung:

Die Veränderungen in dem vorderen Abschnitt der Augenblase bestehen anfangs nur in einer einfachen Verdünnung der inneren Lamelle; diese bietet schon um den 10. Tag im Querschnitt das Ansehen eines einfachen Cylinderepithels. Wenn — wie ich nach meinen Präparaten glaube — die Behauptung Babuchin's (l. c. 1863 Band IV, pag. 71) richtig ist, dass in der ersten Zeit nach der Bildung der secundären Augenblase die innere Lamelle aus schmalen Körperchen besteht, welche mit ihren blassen Fortsätzen die ganze Dicke der Lamelle durchlaufen, letztere also von vorn herein eigentlich nur aus einer einzigen Zellenschicht besteht und ihr geschichtetes Ansehen nur dadurch erhält, dass die Körperchen in verschiedenen Höhen in der Lamelle liegen, so kann die eben erwähnte Umwandlung in einem sehr einfachen Vorgang bestehen: die Zellkörper (resp. Kerne) lagern sich allmählig in eine Höhe neben einander, während zugleich die Fortsätze eingezogen und zur Vergrösserung des Zellenleibes verwendet werden. Der Ciliartheil der inneren Lamelle bleibt auf dieser Entwickelungsstufe stehen; im Iristheil dagegen gehen die Elemente allmählig in eine mehr runde Form über, während gleichzeitig Pigmentbildung in ihnen auftritt; letztere ist in dem Fig. 4 abgebildeten Stadium schon recht vorgeschritten, jedoch noch nicht so intensiv, wie in der äusseren Lamelle. Allmählig werden durch diese Veränderungen im Iristheil die Zellen der inneren Lamelle denen der äusseren immer ähnlicher, die Grenze zwischen beiden jedoch — so dicht sie auch an einander liegen (so dass sie bei schwächeren Vergrösserungen nur eine einzige Schicht zu bilden scheinen) — so wie die Umbiegung der einen Lamelle in die andere am Pupillarrand, bleibt bis ans Ende des Embryolebens, auch bei schon recht intensiver Pigmentirung, mit stärkeren Vergrösserungen noch deutlich sichtbar. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass bei passender Behandlung (Bleichung) auch in der erwachsenen Iris sich diese 2 Schichten im Pigment noch werden nachweisen lassen [1]).

Das für den Entwickelungsplan der Iris und Processus ciliares des Hühnchens Wesent-

1) Unter den Säugethieren liefern dazu geeignete und leicht zu beschaffende Objecte die Albinos, namentlich die weissen Kaninchen.

liche lässt sich demnach kurz dahin aussprechen: Iris und Processus ciliares werden gebildet durch die Betheiligung **zweier** Keimblätter, des oberen und des mittleren, — specieller: der aus der Medullarplatte stammenden beiden Blätter der secundären Augenblase einerseits und der Kopfplatten andererseits.

Diese Entstehung und Zusammensetzung der Iris und Processus ciliares berechtigt nun auch die genannten Bildungen, eine andere, sebstständigere Stellung zu beanspruchen, als ihnen bisher angewiesen zu werden pflegte: Hensen (l. c. in der Tabelle „zu Seite 423“) sagt, dass corp. cil. und Iris von der Chorioidea gebildet werden; Kölliker (Gewebelehre, 5. Aufl. pag. 659) bezeichnet die Iris als vorderen Abschnitt der Gefässhaut; Henle (Eingeweidelehre pag. 578) als vorderen Theil der mittleren Augenhaut; die Processus ciliares sind nach Henle (l. c. pag. 612) der vordere, ansehnlich verdickte Theil der Chorioidea. Nach dem obigen sind sie offenbar mehr; sie treten durch die Betheiligung der beiden Lamellen der secundären Augenblase an ihrer Bildung in eben so nahe Beziehung zur Retina, wie durch die Betheiligung der Kopfplatten zur Chorioidea. Und fasst man die Art des Hervorwachsens der Iris und Processus ciliares darauf hin genauer ins Auge, so wird man kaum verkennen, dass ihre Entwickelung in erster Linie sogar von der Augenblase ausgeht, und dass die Wachsthumsverhältnisse in dieser, namentlich die Differenzirungen in der inneren Lamelle den Impuls zu ihrer Entstehung geben. Durch die mit der Verdünnung gleichzeitige Flächenverbreiterung des vorderen Abschnittes der Augenblase wird der vordere freie Rand nach dem vorderen Augenpol zu vorgeschoben; die ihr zunächst anliegende Schicht des mittleren Keimblattes wird nachgezogen und dadurch von der Hauptmasse der Kopfplatten abgespalten (cf. figg. 3; 7.). Mag sie es nun sein, welche durch ihren Zusammenhang mit dem hinter ihr liegenden Theil der inneren Schicht der Kopfplatten (der Anlage der Chorioidea) der noch weiteren Vorschiebung des Augenblasenrandes als hemmender Zügel entgegenwirkt oder liegt das Hinderniss in der Anstemmung des Umschlagsrandes an die Linse — die Flächenverbreiterung schafft sich durch Faltenbildung Raum und giebt so wiederum den Anstoss zur Entstehung eines zweiten Gebildes, der Processus ciliares; die Kopfplatten gehen nur in die Falten ein.

Strict beweisen kann ich diesen Causalzusammenhang freilich nicht; aber die Verdünnung der inneren Lamelle und die Flächenverbreiterung liegen klar zu Tage, während von Seiten der Kopfplatten kein ätiologisches Moment aufzufinden ist. Auch noch im Erwachsenen ist der Augenblasenantheil der am weitesten nach dem vorderen Linsenpol hin vorgeschobene Theil; er bildet allein den Pupillarrand. Beim Menschen überragt die Pigmentlamelle (nach Henle, Eingeweidelehre, pag. 630) am Pupillarrand die eigentliche Iris um 0,1 mm.

In Bezug auf das im Auge vorhandene Pigment sei noch folgendes zu bemerken gestattet: die Verbreitung des von der secundären Augenblase aus gelieferten erstreckt sich am Ende der embryonalen Entwickelung auf die äussere Lamelle in ihrer ganzen Ausdehnung und auf den Iristheil der inneren; sie setzt sich beim Vogel in der nachembryonalen Periode noch weiter fort auf denjenigen Abschnitt des Ciliartheils der inneren Lamelle, welcher die vordere Augenkammer begrenzen hilft[1]). Die Verbreitung des Chorioidal-

1) Dass sich dies bei den Säugethieren ebenso verhält, darf man vermuthen nach den von Flemming

pigmentes reicht in der fig. 4 abgebildeten Entwickelungsstufe bis an den peripheren Irisrand. Seine Entwickelung beginnt an der Aussenfläche der Chorioidea und erstreckt sich nach innen zu nie weiter als bis an die Aussenfläche der pigmentlosen Choriocapillaris, welche es vom Augenblasenpigment trennt.

Diese Gesondertheit beider Pigmentarten lässt sich auch im erwachsenen Auge deutlich durch eine überall zwischen beiden befindliche unpigmentirte Schicht erkennen: im ganzen hinteren Bulbus-Abschnitt ist die Trennung äusserst scharf markirt durch die zwischenliegende Choriocapillaris; wo letztere aufhört, geht das Chorioidalpigment längs der meridional ins Stroma der Proc. ciliar. hineinziehenden Gefässe in dieses mit ein; nach vorn reicht es bis an den peripheren Irisrand, wo es plötzlich aufhört; nur bei sehr stark pigmentirten Individuen findet sich eine schwache Fortsetzung desselben auf die vordere Irisfläche; letztere Pigmentirung hat aber durchaus keine specifische Bedeutung, hat mit dem, was man mit „Irispigment" zu bezeichnen pflegt, selbstverständlich nichts zu thun, sondern ist der Pigmentbildung gleich zu setzen, welche auch in der Sclera, im Cornealfortsatz — und auch anderwärts im Körper in verschiedenen Erscheinungsformen — in den Derivaten und als Derivat des mittleren Keimblattes angetroffen wird, am massenhaftesten aber eben in der Chorioidea vorliegt. Nach der Entwickelungsgeschichte haben wir eben überhaupt nur 2 Arten von Pigment einander gegenüber zu stellen: das gesammte vom mittleren Keimblatt aus gelieferte dem in den Derivaten des oberen Keimblattes (specieller der Medullarplatte) in der secundären Augenblase und in gewissen Nervenzellen (?) sich entwickelnden.

Je nach der Entwickelung in den Derivaten des einen oder des anderen Keimblattes ist vielleicht auch die Grösse der einzelnen Pigmentkörnchen eine verschiedene; wenigstens sind die in der Chorioidea nach Rosow („Ueber das körnige Augenpigment", in Gräfe's Archiv IX. Abth. III, pag. 64) „unendlich feiner und weniger stark conturirt" als die in den „Epithelialzellen der inneren Oberfläche der Gefässhaut" und als diejenigen der „Epithelzellen, welche das Corp. ciliare von der Ora serrata an und die hintere Oberfläche der Regenbogenhaut bedecken".

Welches die Bildungsendproducte der secundären Augenblase sind, ist im Obigen in extenso auseinandergesetzt worden; aus diesem recapitulire ich schliesslich unter dem speciellen Gesichtspunkt der durch diese Metamorphosen hervorgebrachten allendlichen **Gliederung** der secundären Augenblase übersichtlich folgendes:

Vom 7. Tag an tritt im vorderen Abschnitt der secundären Augenblase eine vom freien, der Linse anliegende Rand medianwärts (rückwärts) fortschreitende Verdünnung der inneren Lamelle ein, wodurch die letztere in 2 Abschnitte sich sondert:

---

seinen „Untersuchungen über die Ciliar-Muskel der Haussäugethiere" (M. Schultze's Archiv Bd. III, Taf. XXIV) beigegebenen Zeichnungen, nach welchen beim Kätzchen der ganze Ciliartheil der inneren Lamelle noch unpigmentirt erscheint, während bei den übrigen, offenbar erwachsenen Thieren entnommenen Bildern der in die vordere Augenkammer sehende Abschnitt der inneren Lamelle pigmentirt ist. Letzteren finde ich auch bei einem menschlichen Foetus aus der ungefähr 32. Schwangerschaftswoche noch unpigmentirt, während in den 2 Zellenschichten an der hinteren Irisfläche die Pigmentirung vollständig und gleichmässig ist.

Der hintere, im Dickendurchmesser wachsende Theil der secundären Augenblase liefert durch Differenzirung sämmtliche Schichten der Retina: in der vorderen, sich verdünnenden Zone tritt am 10. Tag durch Faltenbildung eine neue Sonderung ein: der **vor** der Falte gelegene Theil beider Lamellen der secundären Augenblase wird zum Irispigment; der **hinter** dem vorderen Faltenrand gelegene liefert durch die äussere Lamelle das Pigment, durch die innere das pigmentlose (theilweise später noch sich pigmentirende) Epithel der Pars ciliaris.

Der **„Iristheil der secundären Augenblase"** reicht nach vorn bis an den Pupillarrand, welchen er (auch im Erwachsenen) bildet; der **„Ciliartheil der secundären Augenblase"** reicht vom peripheren Irisrand bis an die Ora serrata, an welcher sie ohne scharfe Grenze in die **„Retina"** übergeht.

2. Triton.

Es ist bereits im I. Abschnitt erwähnt worden, dass und wie die Verschiedenheit im Wachsthum der beiden Lamellen der Augenblase bei Triton schon sehr früh sich geltend macht. Mit dem Eintritt der Pigmentirung (der Kern bleibt pigmentlos) nimmt der Dickendurchmesser der äusseren Lamelle wieder etwas zu, indem die Zellen derselben näher aneinander rücken und dabei ihr früher spindelförmiger Querschnitt in einen annähernd quadratischen übergeht. In allen Stadien ist die Pigmentlamelle einschichtig.

Die innere Lamelle ist dafür um so mächtiger, und bleibt es auch, — cf. Figg. 6, 7, 9.

Sofort nach der Einstülpung durch die Linse zeigt sich an ihrer Innenfläche eine dem Aequator parallel verlaufende circuläre Einknickung; nur der medianwärts von dieser gelegene Theil wird zur Retina. Der abgeknickte laterale (vordere) Theil dagegen mit der dazu gehörigen Zone der Pigmentschicht und einer entsprechenden Zellenlage der Kopfplatten zur Iris.

a) Retina. Die ersten Differenzirungsvorgänge vollziehen sich in einem Stadium, welches zwischen den in Fig. 6. und 7. abgebildeten liegt. Die Art und Reihenfolge derselben scheint dieselbe zu sein, welche Babuchin (l. c.) für den Frosch angiebt. In dem Stadium von Fig. 7. hat die Bildung der Stäbchen und Zapfen bereits begonnen. Auf speciellere Studien über die Histiogenese der Retina habe ich mich, da mir nur Chromsäure- und Goldpräparate vorliegen, nicht einlassen können, und verweise ich daher in dieser Beziehung wiederum auf die zum Theil oben genannten, zum Theil allgemein bekannten Specialarbeiten von M. Schultze und Babuchin.

b) Iristheil der secundären Augenblase. Auf den Iristheil setzt sich die Sonderung in Schichten nicht fort; die den Bildungszellen der Retina perfecta morphologisch gleichwerthigen Zellen derselben ordnen sich hier vielmehr allmälig in eine einzige Schicht (cf. das darüber beim Hühnchen pag. 24 Gesagte); in demselben Maasse verdünnt sich der Iristheil und tritt die Knickung schärfer hervor — s. Fig. 7 a. Die dem Pupillarrand nächststehenden Zellen platten sich ab, die an der Peripherie der Irisanlage dagegen werden stabförmig (genauer: keilförmig — das dem Pigment zugewendete Ende ist etwas dicker, das ent-

gegengesetzte etwas zugespitzt). — Noch bei der 1,5 Cm. langen Larve ist der Uebergang von den Zellenformen des Iristheils zu denen des Retinaltheils der Augenblase ein ganz allmähliger, bei der Larve von 3,3 Cm. (Fig. 9) dagegen sind die Differenzirungen in der Retina schon fast zum Abschluss gelangt, die Grenze zwischen den kleinen Retinaelementen und den langen peripherischen Iriszellen ist schon deutlich; erstere hören mit einem sanft abgerundeten Rande auf, welchem die langen Iriszellen anliegen. — Im Erwachsenen tritt die Grenze noch etwas schärfer hervor dadurch, dass auch die Stäbchen- (und Zapfen-) Schicht bis an den freien Rand hin sich entwickelt hat einerseits, andererseits dadurch, dass die Elemente in der Retina sowohl als in dem Iristheil sich dichter zusammendrängen; im Wesentlichen aber bleibt das Verhältniss beider Theile zu einander dasselbe: die langen, parallel gestellten Zellen des Iristheils liegen den nervösen Elementen der Retina unmittelbar an, die Continuität bleibt eine ungestörte, ganz ebenso wie es beim Hühnchen zwischen der Retina und der Pars cil. einerseits und zwischen der Pars cil. und dem Iristheil andererseits der Fall ist. Die innere Fläche des Iris wird ganz ebenso wie diejenige der Retina von der Limitans interna bekleidet; dieselbe geht über die Knickungsstelle glatt hinüber. Es handelt sich hier eben nur um eine Zonenbildung in einer ursprünglich gleichen Zellenmasse durch histiologische Differenzirung, welche eine Unterscheidbarkeit der Iris von der Retina zu Wege bringt.

Das Pigment im Iristheil bleibt hinter dem der Retina insofern in der Entwickelung zurück, als es keine einscheidenden Fortsätze zu liefern hat.

Die Betheiligung der Kopfplatten beim Aufbau der Iris zeigen die Figg. 7, u. 9. Die von ihnen gelieferte, der Vorderfläche der Pigmentzellen aufliegende Schicht besteht im Erwachsenen aus 1—2 Lagen länglicher oder ovaler Zellen, die durch feine Ausläufer unter einander, so wie im peripheren Theil der Iris mit dem Ligamentum pectinatum in Verbindung stehen. — Diese Schicht geht continuirlich in die unpigmentirte der Chorioidea über. Gefässwandungen oder Lumina habe ich in der Iris nicht nachweisen können; die Anwesenheit feinster Capillaren kann man nur erschliessen aus den einzelnen hie und da in diese Schicht oder zwischen sie und die Pigmentschicht eingelagerten Blutkörperchen.

Ergebniss: Das bereits am Hühnchen erkannte Bildungsgesetz für die Iris: Entstehung aus 2 Keimblättern bestätigt sich auch für den Triton; die Mitbetheiligung des oberen Keimblattes, specieller der Medullarplatte durch die beiden Lamellen der secundären Augenblase tritt hier in noch exquisiterer Weise hervor, indem der Augenblasenantheil die Hauptmasse der Iris, der Kopfplattenantheil dagegen nur eine höchst spärliche (Gefäss-?) Schicht liefert.

Die Vergleichung der Entwickelung und Entwickelungsendproducte der secundären Augenblase des Tritons und des Hühnchens ergiebt: der Anfang der Entwickelung ist bei beiden der gleiche: hier wie dort Verdünnung des vorderen Abschnittes; der Fortgang ist verschieden: bei Triton tritt im verdünnten Theil keine weitere Sonderung ein, der ganze verdünnte Theil, der beim Hühnchen Iristheil **und** Ciliartheil der secundären Augenblase liefert, liefert bei Triton (mit einem minimen Antheil der Kopfplatten gemeinschaftlich) ein einziges

Gebilde, das man seiner Function nach als Iris bezeichnen muss, das aber seinem morphologischen Werth nach der Iris plus Pars ciliaris des Vogels homolog ist; — bei Triton bleibt also ein Entwickelungsstadium stationär, aus welchem beim Hühnchen durch weitere Differenzirung 2 Gebilde entstehen, von denen das hintere als Pars ciliaris und Pigment der Proc. ciliar. eine kaum definirbare, das vordere dagegen als Pigmentschicht der Iris eine wesentliche optische Function besitzt.

Die Schicksale der secundären Augenblase sind überhaupt sehr geeignet, zu zeigen, wie weit die Begriffe „Homologie" und „Analogie" auseinanderfallen: während als Theile der Augenblase betrachtet der vordere und hintere Abschnitt offenbar homolog sind, können sie doch durchaus nicht in Analogie gebracht werden, da ihre Functionen weit auseinander gehen.

Wir können diese Betrachtungen nicht schliessen, ohne uns noch eine Bemerkung zu gestatten über einige Consequenzen, zu welchen die entwickelte Gliederung der secundären Augenblase sowohl des Triton als auch — und zwar in noch zwingenderer Weise — des Hühnchens führt. Sie betreffen die Terminologie.

Die Bezeichnung „Retinalpigment" scheint zuerst von Babuchin (l. c. Band IV. 1863 p. 84: „pigmentum retinae") eingeführt worden zu sein. Nach den Gründen, die Babuchin dafür geltend macht, war er eigentlich nur zur Bezeichnung: „Augenblasenpigment" berechtigt. Dies erkannte auch M. Schultze, der daher jene Bezeichnung zurückweist, indem er (Bd. III, p. 377 seines Archivs) sagt: „Ist die prim. Abl. auch ursprünglich ein untrennbares Ganzes, so sondert sie sich doch sehr früh in 2, in der weiteren Entwickelung durchaus verschiedene Blätter. Nur im Inneren erhalten sich nervöse Elemente, dieses bildet die Retina im bisher gebräuchlichen Sinn. Das äussere Blatt geht dagegen seine besondere Metamorphose ein und wird zu einer Schicht von Pigmentzellen"; M. Schultze entscheidet sich desshalb dafür: „bei der Herzählung der Schichten die Pigmentschicht coordinirt als eine besondere Schicht zwischen Chorioides und Retina aufzuführen, eine Nomenclatur, welche dem Hergebrachten gegenüber am wenigsten Anstoss erregen dürfte." Dieser Vorschlag hatte seine Berechtigung so lange als unsere Kenntniss von den Leistungen der sec. Abl. ihren Ausdruck fand in dem Satz: die innere Lamelle wird zur Retina, die äussere zum Pigmentepithel. Durch den Nachweis, dass in die Production der retina nur ein Theil der inneren, in die Production des die Ret. deckenden Pigmentes nur ein Theil der äusseren Lamelle der sec. Abl. aufgeht, fällt die Berechtigung, die Bezeichnungen: „Retina" und innere „Lamelle" und „Retinalpigment" und „Augenblasenpigment" synonym und promiscue zu gebrauchen; die Bezeichnung „Retina" darf erst von dem Stadium an eingeführt werden, in welchem die Sonderung der inneren Lamelle in den vorderen verdünnten und den hinteren sich verdickenden Theil eingetreten ist; auf diesen letzteren muss sie sich aber auch beschränken; ebenso hat die Bezeichnung „Retinalpigment" ihre Geltung erst von dem Eintritt jener Sonderung an und beschränkt sich ebenfalls nur auf denjenigen Theil der äusseren Lamelle, welcher den zur Retina werdenden der inneren Lamelle deckt. Vor der beginnenden Differenzirung dagegen ist die Bezeichnung: „äussere und innere Lamelle der sec. Abl." die einzig berechtigte, eben weil in

ihnen sämmtliche Bildungsendproducte der sec. Abl.: Ret. und Retinalpigment **plus** Ciliartheil und Iristheil — potentia, noch ungesondert enthalten sind.

Es leuchtet von selbst ein, dass von dem soeben geltend gemachten Gesichtspunkt aus auch die Bezeichnung „Retinalspalte“ verworfen und statt dessen „Augenblasenspalte“ gesagt werden muss. Dagegen gewinnt der Terminus „Retinalpigment“ eine — wenn auch beschränktere, dafür aber in dieser Beschränkung um so sicherere — neue Berechtigung, da die Entwickelungsgeschichte den unzweifelhaften Nachweis ihrer morphologischen Zugehörigkeit zur Retina geliefert hat, mit deren äusserster Schicht sie, wie längst feststeht (s. M. Schultze l. c.), zu einer auch „physiologisch untrennbaren Einheit“ verwächst.

Erklärungen zu der Tafel.

Die Bilder sind gewonnen durch ein Hartnack'sches kleines Hufeisenmikroskop. Sämmtliche Zeichnungen — und zwar so viel wie möglich auch das Detail — sind mit einem Zeichnenprisma (genau in gleicher Höhe mit dem Objecttisch des Mikroskop's) angelegt. Die durch verschiedene Combination von Systemen und Ocularen erhaltenen Vergrösserungen habe ich nach einem Objectivmikrometer mit Hülfe des auch zum Anlegen der Zeichnungen benutzten Apparates bestimmt.

In allen Figuren bezeichnen die Buchstaben:

a. Aeussere Lamelle der secundären Augenblase.
cf. Cornealfortsatz.
c. p. Cornea propria.
ch. Chorioidea.
e. a. Epithelium anterius corneae.
e. p. Epithelium posterius corneae.
h. Hornblatt.
i. Innere Lamelle der secundären Augenblase.
I. Iris (resp. Anlage derselben).
Kpl. Kopfplatten.
Kn. Knochenring.
l. Linse.
lgr. Linsengrube.
N. o. Nervus opticus.
o. s. Ora serrata.
p. c. processus ciliares.
r. Retina (perfecta).
scl. Sclera
u. Umbiegungsstelle der beiden Lamellen der secundären Augenblase in einander, freier Rand der secundären Augenblase.
v. Blutgefäss.
v. l. Vordere Linsenwand.

Sämmtliche Zeichnungen sind Frontalschnitten durch das Auge entnommen, und zwar:

Figg. 1 — 3. von Hühner-Embryonen; und zwar:

Fig. 1. Hühnerembryo vom 5. Tag. Beginnende Bildung des hinteren Cornealepithels.

Fig. 2. Hühnerembryo vom 8. Tag. Erster Anfang der Irisbildung.
(Das I ist in dieser und der folgenden Fig. vom Lithographen etwas zu hoch hinaufgerückt worden).

Fig. 3. Hühnerembryo vom 10. Tag. Erste Anlage der Processus ciliares.

Fig. 4. von einem Embryo von Turdus musicus.

Fig. 5. vom einem Mäuseembryo. Die Zeichnung ist angelegt mit Hülfe eines Hartnack'schen Zeichnenprismas mit System V. bei eingeschobenem Tubus.

Figg. 6 — 9. von Triton taeniatus;

Fig. 6. Tritonenembryo von 3,5 mm. Länge.

Fig. 7. Tritonenembryo von 1,2 cm. Länge.
Der Nervus opticus ist angeschnitten; die Richtung seines Verlaufes von seiner Eintrittsstelle in die Retina nach dem Hirn hin weicht nämlich in diesem Stadium schon beträchtlich von der senkrecht medianwärts gerichteten nach hinten zu ab; seine ganze Längenausdehnung kann daher nie in einen einzigen reinen Frontalschnitt fallen.

Fig. 7b. stellt ein Stück eines Präparates dar, welches aus dem gleichen Object genommen ist, wie 7, und dem letzteren in der Serie unmittelbar folgt. Das bei ausgezogenem Tubus nach dem Hartnack'schen System IX (à Imersion), Ocular 2. gezeichnete Stück der Cornea entspricht in Fig. 7. demjenigen zwischen den Buchstaben e. a. und der Linse. Beim Einschliessen des Präparates ist das Hornblatt (hier schon vorderes Epithel der Cornea) gebrochen; die Selbstständigkeit der homogenen Anlage der Grundsubstanz der Cornea propria tritt dadurch um so deutlicher hervor. An der hinteren Fläche derselben ist eine behufs Bildung des hinteren Epithels nach der Mitte hin vordringende Zelle (e. p.) zu sehen.

Fig. 8. Tritonenlarve von 1,8 cm.

Fig. 9. Tritonenlarve von 3,3 cm.

Thesen.

1. Der Pecten im Vogel-Auge ist eine der Arteria centralis des Säuger-Auges zwar homologe, aber nicht analoge Bildung.
2. Eine Conjunctiva corneae existirt nicht.
3. Durch das Tragen eines Respirators, wie es bei gewissen Krankheiten der Respirationsorgane meist üblich ist, wird der beabsichtigte Zweck nicht erreicht.
4. Die Behandlung des Typhus durch das permanente kalte Luftbad ist schonender und zugleich rationeller als diejenige durch kalte Wasserbäder.
5. Die Uebung im Katheterisiren der Luftwege ist für den Arzt nothwendiger als diejenige im Gebrauch des Augen- und Ohrenspiegels.
6. Das Irisstroma verdankt dem Irispigment seine Existenz.
7. Auch bei einer vollständig gelungenen Staarextraction wird immer nur ein Theil der Linse extrahirt.
8. Die Rückenlage als diejenige, welche das Gebären am meisten erschwert, verdient in den weitaus meisten Fällen den Vorzug vor jeder anderen Lagerung der Kreissenden.

Fig. 1. $\frac{105}{1}$

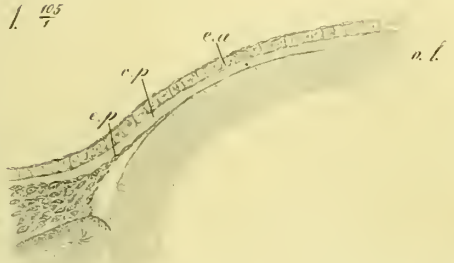


Fig. 2 $\frac{45}{1}$

Fig. 3. $\frac{45}{1}$

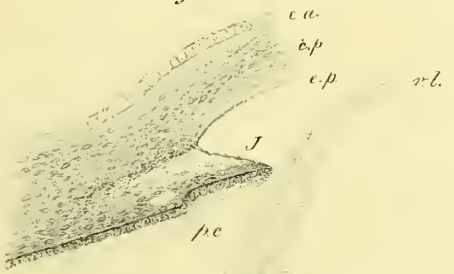
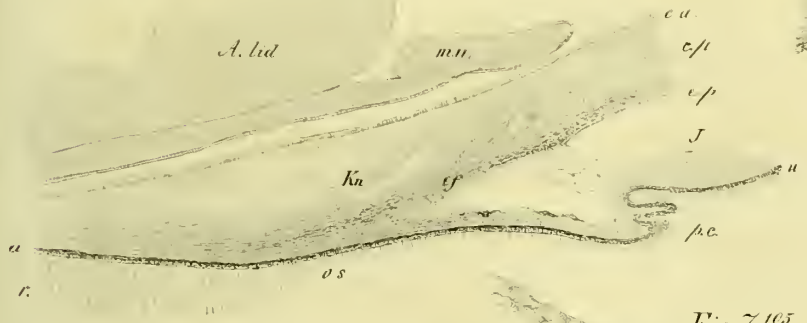


Fig. 4 $\frac{45}{1}$



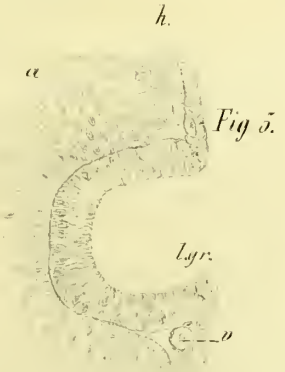


Fig 5.

Fig. 6. $\frac{105}{1}$

Fig. 7 $\frac{105}{1}$

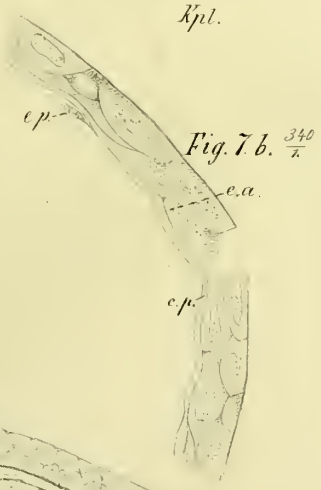


Fig. 7 b. $\frac{340}{1}$

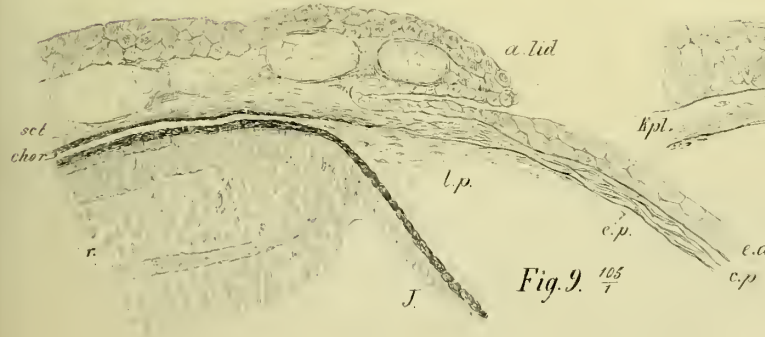


Fig. 9. $\frac{105}{1}$

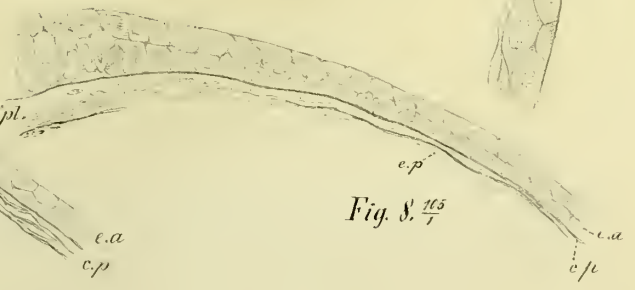


Fig. 8. $\frac{105}{1}$